

第9回
極域における電離圏磁気圏総合観測
シンポジウム講演要旨

The Ninth Symposium
on Coordinated Observations of the Ionosphere
and the Magnetosphere in the Polar Regions

Programme and Abstracts

昭和61年2月17日～2月19日

February 17～February 19, 1986

国立極地研究所図書室



000061523

国立極地研究所

National Institute of Polar Research
Tokyo, Japan

55/5/10 53(*2)

KY

第9回 極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム

プ ロ グ ラ ム

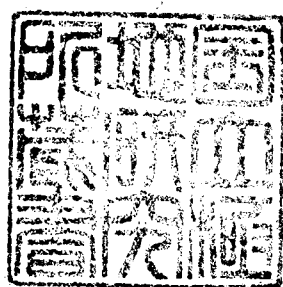
日 時 昭和61年2月17日(月)
9時45分～18時00分

昭和61年2月18日(火)
9時30分～18時00分

昭和61年2月19日(水)
9時30分～18時00分

会 場 国立極地研究所講堂

主 催 国立極地研究所



503047

子 冊 小

13.1 24

講演時間：講演12分・討論3分

		10時	11	12	13	14	15	16	17	18
2月17日(月)	所長挨拶	I. 電離層擾乱 五十嵐喜良 (電波研) 1~5	II. オーロラ観測 林 幹治 (東大・理) 6~9	昼 食		III. ロケット観測 向井利典(宇宙研) 10~17		IV. 人工衛星観測 巻田和男(拓殖大) 18~27		

2月18日(火)	V. 地磁気擾乱 坂 翁介(九大・理) 28~36	昼 食	VI. 気球観測 山上隆正 (宇宙研) 37~41	VII. 共役点観測-I 山本達人(東大・理) 42~48	VIII. 共役点観測-II 湯元清文(東北大・理) 49~55	懇親会
----------	---------------------------------	------------	------------------------------------	-------------------------------------	--	-----

2月19日 水	IX. MAP観測 近藤 豊(名大・空電研) 56~64	昼 食	X. VLF放射 長野 勇(金沢大・工) 65~74	XI. 太陽風・磁気圏・電離圏 相互作用 田中高史(電波研) 75~83					
	10時	11	12	13	14	15	16	17	18

≪ 2月17日(月曜日)

9:45~18:00 ≫

挨拶 国立極地研究所長 (9:45~9:55)

I. 電離層擾乱

座長 五十嵐 喜 良(電波研)
(9:45~11:05)

1. 南 繁行(大阪市大・工),
John Peterson(アラスカ大),
Robert Hunsucker(アラスカ大)
北極域におけるHFドップラ観測
2. 相京和弘, 小川忠彦, 五十嵐喜良,
井出俊行, 倉谷康和, 前野英生,
大高一弘(電波研)
航法衛星電波による電離圏全電子数/
シンチレーションの船上予備観測
3. 野崎憲朗, 菊池崇(電波研)
パルスドチャープ方式電離層観測機の
開発
4. 小玉正弘(山梨医大),
山岸久雄(極地研),
X線観測グループ
オーロラX線とCNA
5. Iversen, I.B.(極地研・外国人研
究員(デンマーク宇宙研))
Defining a geoelectric index

II. オーロラ観測

座長 林 幹 治(東大・理)
(11:10~12:15)

6. 小野高幸, 平沢威男,
江尻全機(極地研)
オーロラTVカメラによる夕方側ステ
ブルオーロラの観測
7. 平沢威男, 小野高幸(極地研)
オーロラ・ブレイクアップのダイナミクス
8. 岡野章一(東北大・理),
J.S.Kim(State Univ. of New
York at Albany)
SARアークと極域サブストームとの関連
9. 小口 高, 国分 征, 小川利紘,
林 幹治, 岩上直幹, 山本達人
(東大・理), 北村泰一, 坂 翁介
(九大・理), 荒木 徹(京大・理)
巻田和男(拓植大), 佐藤夏雄(極地研)
グローバルオーロラダイナミックスキャ
ンペーン

Ⅲ. ロケット観測

座長 向 井 利 典 (宇宙研)
(13:15~15:25)

10. 江尻全機, 小野高幸, 平沢威男
(極地研), ロケット実験グループ S-310JA-8, 9及び10号機による
オーロラ観測〔総括〕

11. 遠山文雄, 高橋隆男, 佐藤正則,
青山 巖 (東海大・工), 福西 浩
(極地研), 国分 征 (東大・理),
藤井良一, 江尻全機, 小野高幸,
平沢威男 (極地研) 磁力計による南極ロケットの姿勢測定

12. 菊田 望, 柏木秀夫, 田中基夫,
石堂正弘 (神戸大・工) S-310JA, 8, 9, 10号機における
地平線検出

13. 江尻全機, 山岸久雄, 宮岡 宏,
小野高幸, 平沢威男 (極地研),
松本治弥, 賀谷信幸 (神戸大・工),
向井利典 (宇宙研), 佐川永一 (電波研) ロケットによるオーロラ粒子観測

14. 江尻全機, 小野高幸, 平沢威男
(極地研), 小口 高, 林 幹治
(東大・理), 佐々木進 (宇宙研),
矢島信之 (機械技研) ロケットによるオーロラTV観測

15. 高橋忠利, 大家 寛, 森岡 昭
(東北大・理), 江尻全機, 小野高幸,
平沢威男 (極地研) オーロラ形態と電子密度

16. 西野正徳 (名大・空電研),
Eigil Ungstrup (Danish Space
Research Institute) Nonlinear effect for the
Omega Signals in the auroral
ionosphere by rocket observations.

17. 西野正徳 (名大・空電研),
Eigil Ungstrup (Danish Space
Research Institute) Behaviours of auroral hiss in the
ionosphere by the full-wave study.

Ⅳ. 人工衛星観測

座長 巻 田 和 男 (拓殖大)
(15:35~18:00)

18. 小原隆博, 大家 寛 (東北大・理) 大空 (EXOS-C) PPSにより検出され
る極冠域大規模プラズマホール

19. 渡部重十，大家 寛，高橋忠利（東北大・理），渡辺勇三（宇宙研）
極域電離層で観測される電子密度の不規則構造—EXOS-C（おおぞら）NEIによる観測結果—

20. 菖蒲昌也，賀谷信幸，松本治弥（神戸大・工），向井利典（宇宙研）
カスプ領域における降下イオンの特性

21. 小山孝一郎（宇宙研），江尻全機，小野高幸，平沢威男（極地研）
極域における電子温度測定

22. 森岡 昭，大家 寛（東北大・理）
LHR noise-band emission の特性と放射メカニズム

23. 河野 毅（理研），永田勝明（玉川大・工），村上浩之，中本 淳（立教大・理），竹中哲善，菊池 順，道家忠義（早大・理工研），長谷部信行（愛媛大・教養）
EXOS-Cによる極域での太陽フレア粒子の観測

24. 小野高幸（極地研），賀谷信幸（神戸大・工），向井利典（宇宙研），森岡 昭，大家 寛（東北大・理）
昭和基地地上とEXOS-C衛星によるオーロラ同時観測

25. 鮎川 勝（極地研），巻田和男（拓殖大），国分 征（東大・理），平沢威男（極地研）
オーロラ粒子（電子）のスペクトラム解析——地磁気平穏時における特性——

26. 宮岡 宏（極地研），C. I. Meng（APL/JHU）
Diffuse aurora 低緯度境界における低 energy electron 降下現象

27. 宇野裕治，賀谷信幸，松本治弥（神戸大・工），向井利典（宇宙研）
高速イオン・エネルギー質量分析器の開発

≪ 2月18日(火曜日) ≫

9:30~18:00 ≫

V. 地磁気擾乱

座長 坂 翁 介 (九大・理)
(09:30~12:00)

28. 荒木 徹 (京大・理), 菊池 崇
(電波研), 永野 宏 (朝日大) 正の preliminary impulse を持つ SC
の解釈について
29. Zheng Tirong, Shi Engi (Geophys.
Inst. Academia Sinica, China) On geomagnetic disturbance event
in Feb. 5, 1985
30. Xu Baolian, Sun Wei, Yang
Shaofeng (Geophys. Inst. Academia
Sinica, China) Dynamic spectrum of geomagnetic
pulsation at Great Wall of Antarctica
31. 樋口知之, 国分 征 (東大・理) ストームタイム PC 5 の発生特性
32. 斎藤尚生, 湯元清文 (東北大・理),
J.K. Chao, A. J. Chen (Department
of Atmospheric Physics, National
Central Univs Chung-Li,
Taiwan, Republic of China),
M. Paradede, J. Soegijo
(Indonesia National Institute
of Aeronautics and Space,
Aerospace Research Center,
Bandung, Indonesia) PC 3 magnetic pulsations observed
at very low latitudes ($|\phi| < 20^\circ$)
1. Observation
33. 湯元清文, 斎藤尚生 (東北大・理) PC 3 magnetic pulsations observed
at very low latitudes ($|\phi| < 20^\circ$)
2. A possible model
34. 北村泰一, 立原裕司, 坂 翁介,
下泉政志 (九州大・理), 小口 高
(東大・理), 荒木 徹 (京大・理) 赤道域 ULF の研究 (速報)
35. 斎藤尚生 (東北大・理) Recurrence of substorm activity
1. Effect of rotational
reversing of the heliosphere
36. 斎藤尚生 (東北大・理) Recurrence of substorm activity
2. Effect of asymmetric
differential rotation of the
source surface.

VI. 気 球 観 測

座長 山 上 隆 正 (宇宙研)

(13:00~14:15)

37. 宮岡 宏, 佐藤夏雄, 藤井良一
(極地研), 太田茂雄, 山下隆正,
並木道義, 西村 純 (宇宙研),
平島 洋, 村上浩之, 中本 淳
(立教大), 巻田和男 (拓植大),
小玉正弘 (山梨医大), I.B. Iversen
(極地研・外国人研究員 (デンマー
ク宇宙研))
S. Ullaland (ベルゲン大)

ノルウェーアイスランドにおける国際共
同共役点大気球観測 (AZCO-85)

— 概要報告 —

38. Iversen, I.B. (極地研・外国人研
究員 (デンマーク宇宙研))
藤井良一, 佐藤夏雄, 宮岡 宏 (極
地研), S. Ullaland (ベルゲン大)

Results from the AZCO balloon
campaign in 1985.

39. 小玉正弘 (山梨医大),
太田茂雄, 山下隆正, 並木道義,
西村 純 (宇宙研), 平島 洋,
奥平清昭, 村上浩之 (立教大),
佐藤夏雄, 宮岡 宏, 藤井良一
(極地研)

1985年度 北極域におけるオーロラX線
の気球観測 (I)

40. 平島 洋, 村上浩之, 中本 淳,
奥平清昭, 鈴木裕哉 (立教大),
並木道義, 西村 純, 太田茂雄,
山下隆正 (宇宙研), 藤井良一,
宮岡 宏, 佐藤夏雄 (極地研),
小玉正弘 (山梨医大)

1985年度 北極域におけるオーロラX線
の気球観測 (II)

41. 西村 純, 秋山弘光, 粕 豊
宇宙研気球グループ

PPB 計画における放射環境の観測につ
いて

VII. 共役点観測 (I)

座長 山 本 達 人 (東大・理)

(14:20~16:05)

42. 佐藤夏雄, 藤井良一, 小野高幸,
福西 浩, 平沢威男 (極地研),
荒木 喬 (弘前大・教育),
国分 征 (東大・理), 巻田和男 (拓植大),
Th. Saemundsson (アイスランド大),
共役点観測グループ

5577 Å オーロラの共役性

43. 佐藤夏雄, 藤井良一, 小野高幸, プロトンオーロラの共役性
福西 浩, 平沢威男(極地研),
荒木 喬(弘前大・教育),
国分 征(東大・理), 巻田和男(拓殖大),
Th. Saemundsson(アイスランド大),
共役点観測グループ
44. 藤井良一, 佐藤夏雄, 福西 浩, 動き及び構造から見た Quiet 及び
小野高幸, 平沢威男(極地研), Active arc の共役性
国分 征(東大・理), 荒木 喬
(弘前大・教育), Th. Saemundsson
(アイスランド大), 共役点観測グループ
45. 藤井良一, 佐藤夏雄, 福西 浩, パルセーティングオーロラの共役性
小野高幸, 平沢威男(極地研),
国分 征(東大・理), 荒木 喬
(弘前大・教育), Th. Saemundsson
(アイスランド大), 共役点観測グループ
46. 桜井 亨(東海大・工), Pi 2 脈動とオーロラ
佐藤夏雄, 藤井良一(極地研),
利根川豊(東海大・工), 共役点観測
グループ
47. 永野 宏(朝日大), 荒木 徹, 共役点での SC と P_{sc} について
家森俊彦(京大・理), 福西 浩,
佐藤夏雄, 鮎川 勝(極地研),
共役点観測グループ
48. 利根川 豊(東海大・工), 共役点観測による Pg 脈動の振動モード
佐藤夏雄, 福西 浩(極地研),
共役点観測グループ

VII. 共役点観測(Ⅱ)

座長 湯 元 清 文(東北大・理)
(16:10~18:00)

49. 斎藤浩明(電通大), 佐藤夏雄 Pc 3-5 脈動の共役性
(極地研), 利根川 豊(東海大・工),
芳野赴夫(電通大),
共役点観測グループ

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 50. 城倉義彦（電通大），佐藤夏雄，
平沢威男（極地研），
芳野赴夫（電通大），
共役点観測グループ | Pc1脈動の共役性 |
| 51. 加藤愛雄（東北大名誉教授），
利根川 豊（東海大・工），
共役点観測グループ | Substorm に伴う Pi1 波動とその共役点
同時観測 |
| 52. 佐藤夏雄（極地研），
鈴木博之（山形大・理），
共役点観測グループ | Auroral hiss 放射の共役性 |
| 53. 鈴木博之，渋谷仙吉，前澤 潔
（山形大・理），佐藤夏雄（極地研），
共役点観測グループ | Polar chorus 放射の季節変化と共役性 |
| 54. 樋口浩司，木村磐根（京大・工学部），
佐藤夏雄（極地研），松戸 孝
（電通大），共役点観測グループ | アイスランドにおける電力線放射と関連
V L F 現象 |
| 55. 荒木 喬（弘前大・教育），
佐藤夏雄，藤井良一（極地研），
菊池 崇（電波研），
共役点観測グループ | アイスランドにおけるノルウェーオメガ
局の3点同時観測結果 |

懇 親 会

18:00～

会 場 ： 2階講義室

≪ 2月19日(水曜日) ≫

9:30~18:00 ≫

IX. MAP 観測

座長 近 藤 豊(名大・空電研)
(9:30~12:00)

56. 岩坂泰信(名大・水圏科学研) 南極冬季に於ける成層圏エアロゾルの対流圏への輸送の可能性
57. 岩坂泰信(名大・水圏科学研) どのようにして南極成層圏エアロゾルは冬季に増大するのか
58. 岩坂泰信(名大・水圏科学研),
小野高幸(極地研),
野村彰夫(信州大・工) レーザ・レーダ観測からみたエルチジョン火山の南極成層圏への影響
59. 野村彰夫(信州大・工),
岩坂泰信(名大・水圏科学研),
福西 浩, 平沢威男, 川口貞男
(極地研), 鹿野哲生(信州大・工) 南極 Na 層のレーザ・レーダ観測(速報)
60. 内海通弘, 藤原玄夫(九大・理) 中間圏ナトリウム層の一次元光化学モデル
61. 柴崎和夫(国学院大),
岩上直幹, 小川利紘(東大・理) 24次隊による成層圏NO₂大気球観測(Ⅱ)
62. 柴田 隆, 前田三男(九大・工) エキシマーライダーによる中層大気密度・温度の観測
63. 忠鉢 繁(気象研),
梶原良一(高層气象台) 昭和基地における極夜期間を含むオゾン全量の季節変化
(1982年2月~1983年1月)
64. 小島 浩, 近藤 豊, 高木増美,
森田恭弘, 岩田 晃(名大・空電研) ケミルミネッセンス法に基づく航空機観測用オゾン測定器の開発

X. VLF 放射・電波伝搬

座長 長 野 勇(金沢大・工)
(13:00~15:30)

65. 恩藤忠典, 中村義勝(電波研) Hook 型VLF放射の発生領域について

- | | |
|--|---|
| 66. <u>He Changming</u> , Dong Aiyang
(Geophys, Inst. Academia
Sinica, China) | Observation and analyses of the
whistlers in summer at Great Wall
of Antarctica |
| 67. <u>He Changming</u> , Ning Xierong
(Geophys. Inst. Academia
Sinica, China) | Plasmaspheric structure deduced
from whistler direction finding
data. |
| 68. 早川正士, 大見則親 (名大・空電研),
M.Parrot, F.Lefevre (LPCE,
CNRS, 仏) | ディタッチト・プラズマ中での E L F 放
射の伝搬方向の測定 |
| 69. 長野 勇, 満保正喜,
新保哲也 (金沢大・工) | V L F ダクト波の入射条件による電離層
— 大地間の伝搬特性 |
| 70. 松尾敏郎, 木村磐根 (京大・工) | 電離層 F 層の Vertical な電子密度勾配
の V L F 電波伝搬に及ぼす影響 |
| 71. 木村磐根, 樋口浩司 (京大・工),
長野 勇 (金沢大・工) | Full wave法を用いた地上局信号の電離
層上部における電磁界強度分布図の計算
法 |
| 72. 松戸 孝 (電通大),
佐藤夏雄 (極地研),
芳野赴夫 (電通大) | 周期性 V L F 自然電波とそれに伴う短周
期地磁気脈動の関係 |
| 73. 山足公也 (京大・工),
橋本弘蔵 (東京電機大・工),
木村磐根 (京大・工) | 電子サイクロトロン波のレイトレーシ
ング |
| 74. 大村善治 (京大・工)
松本 紘 (京大・超高層) | 極域におけるスラブ状電子ビーム
不安定性の計算機シミュレーション |

XI. 太陽風・磁気圏・電離圏 相互作用

座長 田 中 高 史 (電波研)
(15:40~18:00)

- | | |
|-----------------|---------------------|
| 75. 石田十郎 (東大・理) | 極域における Pc1 地磁気脈動の特性 |
|-----------------|---------------------|

- | | |
|---|--|
| 76. 藤田 茂 (地磁気観測所) | U L F 波動の伝搬機構 (Pc1 脈動のダクト伝搬) |
| 77. 南 繁行 (大阪市大・工) | Terrella 実験による太陽風と磁気圏結合の I M F 依存性 |
| 78. 堀 尚子, 玉尾 孜, 山本 隆
(東大・理) | 沿磁力線電流を通しての電離圏磁気圏結合 |
| 79. 井上雄二 (京都産業大・理) | 荷電粒子の沿磁力線運動と沿磁力線電場・電流 |
| 80. 山本 隆 (東大・理) | Relationship between field-aligned current density and potential difference of current-driven double layer |
| 81. 荻野竜樹 (名大・空電研) | 地球磁気圏尾のダイナミックスと極域現象の M H D シミュレーション |
| 82. 家森俊彦, 中川晃成 (京大・理),
池田達哉 (日経リサーチ) | 沿磁力線電流域で観測される磁場急変化の統計的性質 |
| 83. 筒井 稔, 小椋 功
(京大・超高層) | 極域電離層電流系のモデル実験 |

第9回極域における電離圏磁気圏総合観測シンポジウム

講演予稿集

昭和61年2月17日～2月19日

会場：国立極地研究所講堂

主催：国立極地研究所

北極域におけるHFドップラー観測

南 繁行 (大阪市大工学部),

John Peterson, Robert D. Hunsucker (アラスカ大)

HFドップラー観測を行なっている極域における電離層のドリフトを観測することを目的とした研究を開始した。昨年より、先ずアラスカ大の近郊 (フェアバンクス市) において HFドップラー観測を行なっている。当面は可能性やシステムチェックの意味から WWV/WWVH の標準電波を利用している。しかし極域電離層のドリフト速度の常時モニタを目ざす場合、例えばグリーンランド等地磁気極に近い所に送信局を置いて多長観測することが必要であると思われる。

現在はビート信号をアナログテープに記録する方法を用いているが、多長観測の場合、無人ステーションになることもあるので、テレメタリングシステムが必要であろう。

一方 Infrasound 観測場による地上の大気圧の高感度測定も同時に開始したので、オーロラ活動にもなる電離層と地上間の波動的结合に関する知見も得ることが期待される。本講演においては観測システムの紹介と初期データについてのべる。

航法衛星電波による電離圏全電子数/シンチレーションの船上予備観測

相宗和弘, 小川忠孝, 五十嵐善良, 井出俊行, 倉谷康和, 前野英生, 大高一弘

郵政省電波研究所

第26次南極越冬隊の研究観測の一項目である極域電離圏中の不規則構造調査用観測システムの予備テストが東京からフリーマントルまでのしらせ船上にて実施された。この実験は NNSS 衛星の発射する 150/400MHz のス波を受信し、ドップラ周波数と位相差及び強度変化から全電子数及び不規則性によるシンチレーションと電離圏ホログラムを行うもので、図1にその観測系の構成を示す。観測期間は59年11月14日~27日であり、その期間の観測データは磁気テープ、記録カート及び軌道/位置情報を含むプリントアウトなる。今回は磁気テープのドップラ周波数と軌道情報から求めた低緯度電離圏の全電子数の特性を中心に報告する。

期間中の15日に大きな磁気嵐が発生し、チャート上のドップラ周波数記録にも大きな擾乱が見られた。図2(a)は嵐の回復相に当たる17日08時UT(北緯16°, 東経133°)頃の記録で、上は周波数差 Δf ($=\Delta f_{400} - (2/3)\Delta f_{150}$)、下は Δf_{400} の変化である。0820前後には比較的振幅の小さいTIDが観測されている。この日の00 UT頃には北緯20°~30°にて波長190~260kmの中規模TIDが記録された。図2(b)は21日(赤道直下)と24日(南緯17°)の観測例であり、下のトレースは150MHz波の強度変化である。比較的静穏であるが大きなシンチレーションが見られ、同時に周波数差の記録も乱れている。低緯度不規則構造のプラズマバブルと伝搬路の幾何学的内径からこの原因とは考えにくい(Bennett, 1982)。図3はこれらのパスのドップラ記録から求めた全電子数の緯度変化を示す。17日と24日の変化には顕著な赤道異常効果が認められる。これらの結果はISSでのfoF2の観測結果とよく一致を示す。

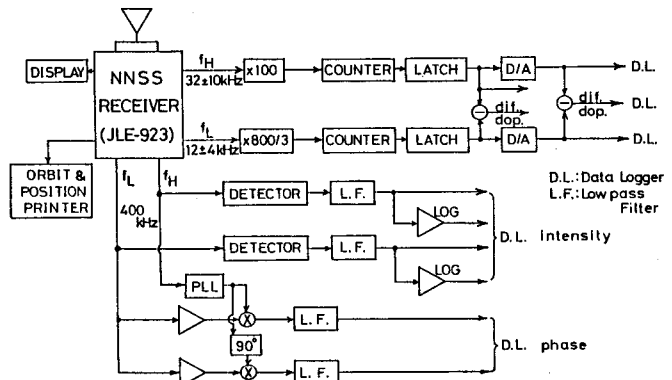


図1. TEC/シンチレーション観測系ブロックダイアグラム。

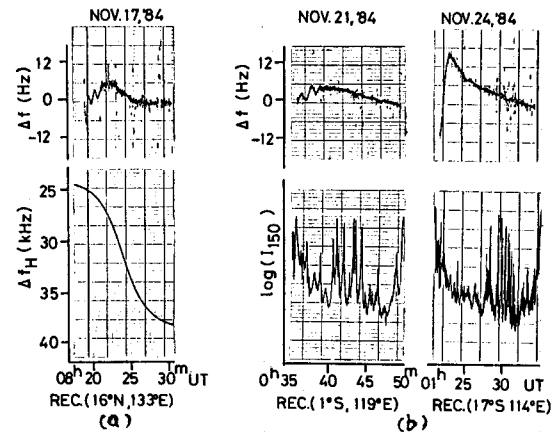


図2(a)上: ドップラ周波数差 Δf 下: 400MHz ドップラ周波数差 Δf_H 下: 150MHz 波強度変化。

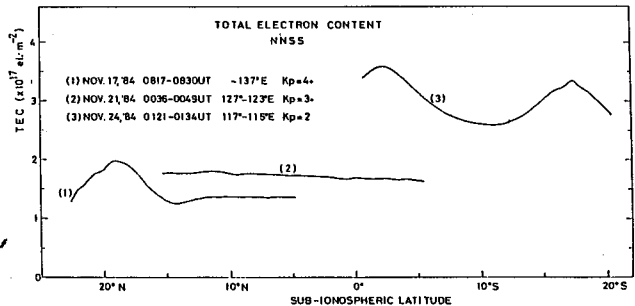


図3. ドップラ周波数差法から求めた低緯度電離圏の全電子数の緯度変化(図2のパスに対応)。

パルスドチャープ方式電離層観測機の開発

野崎 寛朗、菊池 崇
(電波研) (電波研)

極域電離層は地磁気の擾乱に伴い、電子密度、高度のプロファイルが激しく変化し、大規模TIDの源になっている。昭和基地で定常観測に使用している電離層観測機はシングルパルス方式で尖頭出力が10 kWあり、他の観測や通信に与える影響が大きく、また画像データ処理機能を持たないため、連続観測は不可能になっている。FM/CW方式レーダは出力電力が小さくすみ、他の電波との干渉が少いため連続観測に適している。

低出力 Pulsed Chirp 方式電離層観測機を開発し、27次南極観測隊で昭和基地に搬入し、予備的な観測を開始した。

周波数掃引速度 \dot{f} の FM/CW 電波を周期 T で断続し、送受を切替える。電離層高度 h' は c を光速として

$$h' = \frac{c}{2} \cdot \frac{\Delta f}{\dot{f}}$$

で与えられるが、送受の切替周期 T を

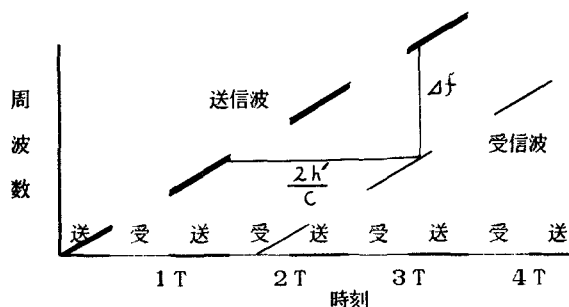
$$T = \frac{2h'}{mc} \quad (m=1, 2, 3, \dots)$$

にできるように選ぶとこの高度の電離層エコーは受信機に入感せず、強いエコーに隠れた微弱な反射波を見る事ができる。

一方

$$T = \frac{2h'}{(m + \frac{1}{2})c} \quad (m=0, 1, 2, \dots)$$

とすると電離層エコーは最大感度で受信機に入力される。



特定の周波数を中心に繰り返し周波数掃引し、電離層高度に合わせて T を制御すると、 h' - c 連続記録が得られる。 \dot{f} を 100 kHz/sec にすると時間分解能は約2秒程度になり、HF ドップラ観測と同等のデータが得られる。また広い周波数範囲を掃引し、特定の周波数の高度を抜き出すと多周波の h' - c 観測が得られ、電離層を上下に伝搬する波動を見る事ができる。

観測周波数は R10 Meter の周波数より低いので、電離層反射波の強度は電離層吸収に敏感に反応し、微弱な粒子降下も検出できる。観測機的主要仕様を下に示す。

観測周波数	2 ~ 16 MHz
観測高度	450 km
高度分解能	1.76 km
方式	パルスドチャープ
周波数掃引速度	25, 100, 500 kHz/s
送信機出力	{ 20 W 尖頭 10 W 平均 }
受信機入力感度	-100 dBm
観測モード	{ イオノゾンデ h' - c 分反射 }
アンテナ	{ 20 m デルタ型 直交ダイポール }

送受信機部分は保温箱に入れてアンテナの直下に設置し、給電線からの電波の輻射、基地内雑音の混信をなくした。制御とデータの取り込みは光ファイバを通して室内のマイクログコンピュータで行い、モードやパラメータを簡単に切換えられるようにした。

オーロラX線とCNA

小玉正弘 (山梨医大), 山岸久雄 (極地研) ほかX線観測グループ

1982年3月19日ノルウェーの Stamsund から放球されたオーロラX線観測用気球は、発達したサブストーム中に浮遊高度に到達し、多数のX線マイクロバーストやQP型パルセーションが観測された。これらとVLFコーラスとの良い相関およびそれから得られる波動-粒子相互作用については既に報告した*。今回は気球飛行コースに近いフィンランド内のリオメータ多地点同時観測データとの比較からオーロラ粒子降下領域の推定を試みる。

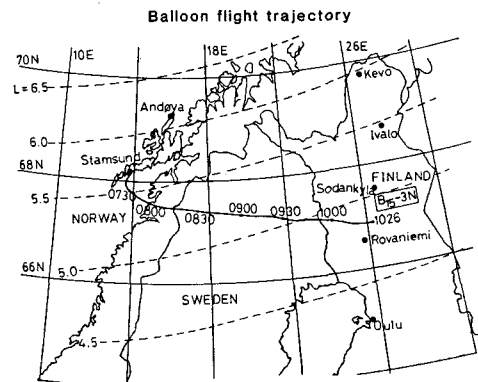


図1

気球の飛行航跡(図1)から分るように、気球は次第に低緯度側に流れ、L値で6から5まで変化した。図2はX線変動および各地点のCNA変動で、後者はX線との対応を見易いように逆スケールで示してある。図から分るように、CNA変動はL値によってかなり異なり、また、X線バーストとの対応もL値によって異なる。例えば、0800-0830 UT間ではL=6.0でのCNAはX線バーストとの対応が良いが、L=4.8のCNAでははつきりしない。しかし09 UT以降では逆にL=4.8の方がより良い対応を示す。

もし粒子降下が気球位置と同じL値上のある限られた経度範囲内に起こるとすれば、X線変動は時間と場所の関数として観測される筈である。緯度に関する情報は異なるL値上のCNAによって与えられるので、両者と定量的につきあわせることによって粒子降下領域の緯度、経度方向への広がりを推定できる可能性がある。

X線変動には数秒から数10秒までの各種周期変動が含まれているので、パワースペクトル解析によって Andoya (L=6.1) のVLF変動と比較し、上記降りこみ領域との対応についても考察する。

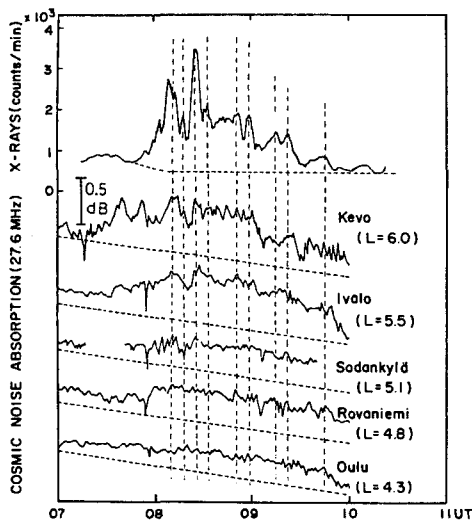


図2

* H. Yamagishi et al., JGG, 37, 927 (1985).

DEFINING A GEOELECTRIC INDEX

Iversen, I.B. (極地研・外国人研究員 (デンマーク宇宙研))

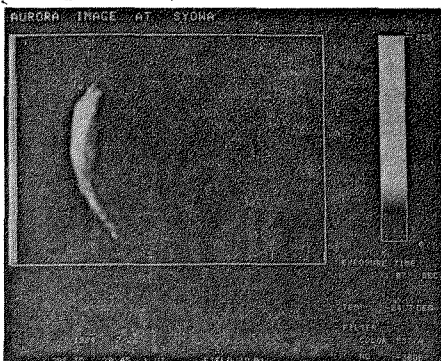
In recent years (at least since 1978) a possible definition of a so-called geoelectric index has been discussed frequently. This index, derived from experimental data, should give a useful description of the electrical state of the atmosphere to be referred to when dealing with various related studies. The most obvious variable to use is the potential of the upper atmosphere relative to the ground, and much discussion is about how to obtain it experimentally. Another part of the discussion is about the need for having the index available in analogy with for example the geomagnetic index Kp.

オーロラTVカメラによる夕方側ステابلオーロラの観測

小野高幸, 平沢威男, 江尻全機
(国立極地研究所)

オーロラTVカメラによるオーロラの単色光画像データを用いて夕方側ステابلオーロラの形態に関する解析が進められている。ステابلオーロラはブレークアップオーロラや朝方側のオーロラに比べ単純な構造を持ちまた動きも穏やかであるため、オーロラの構造を調べる上で比較的取扱い易い観測対象である。これまでもステابلオーロラの構造については人工衛星観測や地上観測による研究の例があるがしかし観測機器による種々の制約のため、その詳細は未だ明らかではない。ここではステابلオーロラ中のディスクリットオーロラとディフューズオーロラについてその構造及びスペクトル上の特徴を調べ、磁気圏からのオーロラ粒子流入のメカニズムを探る。

観測に用いられたオーロラ光の波長は、 6300Å , 5577Å , 4861Å , 及び 4278Å の各オーロラ輝線並びに $6800\sim 7400\text{Å}$ のバンドである。CCDを用いたオーロラTVの超高感度特性を生かして、オーロラは干渉フィルターを用いた分光画像として撮像される。観測は第25次観測隊の越冬期間(1984年)昭和基地にて実施され、76夜分の観測

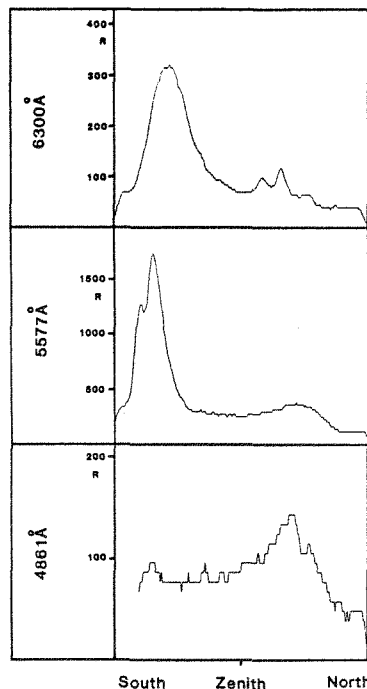


第1図 オーロラTVによるステابلオーロラ観測例。左側が磁気南, 上側が磁気東方向に対応する。

データが取得された。観測例を第1図に示す。観測データはデジタル量として処理され、第1図の様なオリジナル画像のディスプレイのみでなく、詳細な解析においては地磁気座標系への変換等の画像処理が行なわれている。

解析結果の例として地磁気子午面に沿うステابلオーロラの強度分布を第2図に示す。一般に 5577Å 輝線の分布は、高緯度側にはシャープなピークを持つディスクリットオーロラの、低緯度側にはゆるやかなピークを持つディフューズオーロラの存在を示す。 6300Å 輝線は、ディスクリットオーロラについては良く対応するが、ディフューズオーロラとは対応する分布が見られない。時に第2図に在る様なディスクリット構造を持つ場合がある。 4861Å (H β)輝線はディフューズオーロラに対応する場所にゆるやかなピークを持った分布を呈する。これらの解析結果は、ディフューズオーロラ帯へのエネルギー流入がオーロラプロトンによってもたらされている事を強く示唆している。

July 26, 1984 Time 20:30 (UT)



第2図 オーロラTV観測による、ステابلオーロラ強度の磁気子午面分布。

オーロラ・ブレイクアップのダイナミクス

平澤威男, 小野高幸

(国立極地研究所)

オーロラTVカメラによるオーロラ単色光画像データを用いて、オーロラの形態と運動に関する解析を行った。観測データはデジタル量として処理され、通常、全天周真画像から、地磁気座標系を用いた画像へと変換した(図1を参照)。

今回観測したオーロラの形態は *stable arc*, *Westward traveling surge*, Ω band 型 *aurora* および *Breakup type aurora* である。以下に、その結果の概要を示す。

(a) *Stable arc* の展長と分離

Stable arc の *active (bright) region* は東方に展長を示し、その速度は $1 \sim 3 \text{ km/sec}$ である。また、その *bright region* は多くの場合、*stable arc* から分離し、更に、東方に移動しつつ消滅する。

(b) *Westward traveling surge* の形態と動き

Surge の西方への移動速度は $1 \sim 5 \text{ km/sec}$ 、極方向へは約 1 km/sec の速さで展開する。また、*Surge* は必ずしも一本の *arc* ではなく、いくつかの *arc* の重ね合せである。時に、渦状形態を示し、多くの場合、この状態から急速な極方向への移動を開始する。

(c) Ω band *aurora* の極側フロントの形態と動き。

Ω band 型 *aurora* は形成の初期に、その極側に *discrete aurora* を伴う(東方に移動、速度、約 2 km/sec)。この *discrete arc* が消滅するとともに Ω band *aurora* は *active* になる。その極側のフロントは波状を示し、東方へと移動、その速さは約 1 km/sec である。

(d) *Breakup type aurora*

地方時に依存し、その様相は様々である。*discrete arc* の極方向への展開速度は時に 10 km/sec を越える。

上記解析結果と DAMP auroral image とを比較検討し、汎地球規模の *aurora dynamics* を議論する。

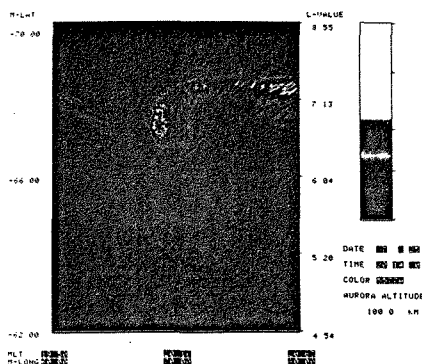


図1. 地磁気座標系に変換した画像。
Westward traveling surge

SARアークと極域サブストームとの関連

岡野章一(東北大理), J. S. Kim (SUNY/Albany)

SARアーク (Stable Auroral Red arc) は電離圏・磁気圏結合を光学的に観測することが可能な典型的な現象である。SARアークは Rees and Akasofu (1963) によつて2Dstとの相関が等見されて以来、そのエネルギー源として赤道電流が考えられてきた。発生機構として現在まで有力とされてきたのは Cornwall et al. (1971) によって示されたプラズマ圏電子と電流イオンとの相互作用によるイオンサイクロトロン波の発生とそれに続くランダウ減衰によるプラズマホース電子の加熱および磁力線に沿つての熱伝導により電離層電子の加熱が引き起こされ、O原子の'D状態 (1.96eV) の励起、発光という考え方である。しかし最近のDE衛星の観測によるとこの発生機構では説明しきれない現象がみつかつている (e.g. Gringolo et al., 1982)。SARアークはプラズマホースに沿う磁力線上に発生するが、通常の極側に地磁気緯度で数度は離れたオーロラ活動を伴う。両現象ともにもとのみなもとは磁気圏に存在するがSARアークとオーロラサブストームの関連を調べることは磁気圏の morphology および dynamics を研究する上で有用と思われるが、この観測でのSARアークの研究は現在ほとんど行われていない。

ここではSARアークの光学観測と地上の磁場変動記録から求めたサブストーム活動度との比較から両者の間に明らかに関連がみられた2例について報告する。光学観測は米国東部 New York 州 Albany の "multicolor meridian scanning photometer" を用いて行われた。マグネトグラムは IMS Fort Churchill meridian stations, East-West chain stations および Great White River, Ottawa の記録を用いた。

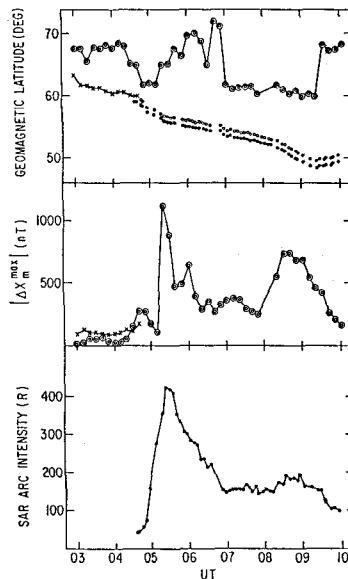
例1のケースは1978年9月26日(UT)に出現したSARアークの例である。このアークは極大強度約400Rの中程度の規模であるが、磁場変動記録との比較から次のことが明らかになった。(例1図) (i) SARアーク出現時には、SARアークを通る磁力線と南向きオーロラジェット電流の中心を通る磁力線とは $\Delta L \sim 6.8$ まで接近していた。(ii) SARアーク強度の時間変化は南向きオーロラジェット電流の強度変化に10~20分の遅れを伴って対応している。(iii) 南向きオーロラジェット電流が急激な緯度変化を示したとき、SARアークは全体として低緯度へ向かう動きを重ねて、程度は小さいが、ジェット電流と同じ方向への移動を示している。

例2のケースは1979年9月27日(UT)に出現したSARアークの例である。このアークは極大強度30R以下の弱いものであったが、Albany 北方約250kmのPlattsburghでの2支観測により磁気子午面内でのアーク発光中心の動きを決定することができた。またこのアークは孤立したサブストームを伴っており両者の関連を調べる上での典型例と思われる。このアークについては次のことが明らかになった。(i) SARアーク出現と、Albany 子午線に沿う stations での ΔX 成分の急減の開始は時間的に一致している(例2図)。(ii) DMSP-F2衛星の粒子計測のデータから、SARアークを通る磁力線と、極側オーロラの赤道側境界を通る磁力線とは非常に接近していた。

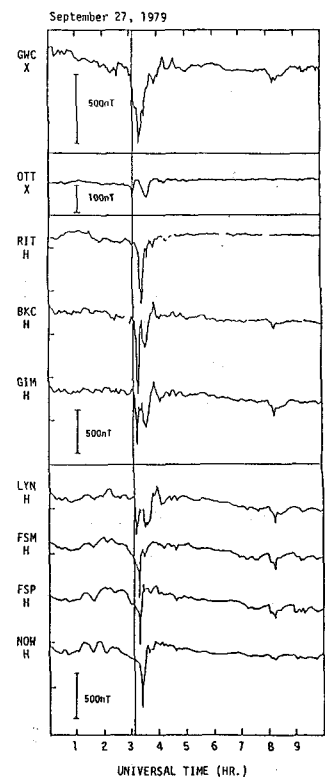
これらの観測事実はプラズマホース上の現象であるSARアークと、磁力線を介してプラズマシートにつながるオーロラジェット電流の消長との間に関連があることを示しており、両者の発生機構の間に物理的な結びつきがあることを強く示唆する。

参考文献

- Cornwall et al., JGR, 76, 4428, 1971.
Gringolo et al., GRL, 9, 965, 1982.
Rees and Akasofu, PSS, 11, 105, 1963.



例1図 上段よりオーロラジェット電流、およびSARアークの地磁気緯度の時間変化 (○: 南向きジェット電流, ×: 東向きジェット電流, ●: 高度400kmを仮定したSARアークの位置, □: SARアークを通る磁力線が高度1100kmの面と交わる点の位置), 中段はジェット電流の最大強度の時間変化 (○: 南向きジェット電流, ×: 東向きジェット電流), 下段はSARアーク強度の時間変化を示す。



例2図 カナダでの地上磁場の北急成分の時間変化。タテ線はSARアーク出現時刻を示す。

北村泰一、坂 翁介（九大理）、荒木 徹（京大理）、卷田和男（拓殖大）、佐藤夏雄（極地研）

このような解放系における物理現象の究明のために極光帯域に9点の観測点を置いてオーロラのTV観測、VLF波動の観測を行うと共に、高緯度から赤道にわたって約30点のULF観測点を設置し、グローバルオーロラダイナミックスキャンペーン(図1)を実施した。講演はその速報である。

これらの粒子入射モード及びそれらの物理



S-310JA-8, 9 及び

10号機によるオーロラ観測 [総括]

江尻 全機・小野 高幸・平澤 威男・ロケット実験グループ

[極地研]

第25次隊観測ロケット実験は、オーロラの特徴的な3つのタイプ 即ち active arc, stable arc、及び diffuse aurora の形態とその直接的な原因であるオーロラ粒子との対応を明らかにして、オーロラ生成の物理過程を解明する事にあった。実験の概要及び初期解析結果は、これ迄も他の機会に発表されているが、今回のシンポジウムでさらに進んだ解析結果が示される。その総括としてこの講演では、どの様な状態で実験が行なわれたかを示し、大要をまとめて個々の観測機器による詳細な結果の発表を理解する一助としたい。

三機のロケットは、異なったオーロラを同じ物理量で比較する為、同一搭載機器構成で、結果的に表1に示すように 光と粒子を主とし 電子密度・温度、電流、姿勢といったものを測定する事になった。打上げは、1984年4月4日、5月3日、5月28日に夫々目的としたオーロラを捕える事が出来(表2に飛翔記録を示す)高度も 200 km 以上迄(図1参照)のデータを取得する事が出来た。ロケットは、電離層高度で磁力線に沿うよう磁北に向け打ち上げられている。オーロラは、場所及び時間的に変化するもので、データの解釈には充分注意を有する。即ち ある物理量の高度分布と言う場合、オーロラが変化していない事、又 等価的に粒子束が変化していない事を示さねばならないが、今回の実験では stable arc と言えども観測時間のtime scale では一定とは言えない。時空間変化の分離をオーロラ画像の二次元像をとる事により今回はある程度議論出来るようになった。結果の大要は：

1. Active arc に対応する粒子束は Inverted-V型のエネルギー・スペクトルで、時空間的に激しく変化する。
2. Stable arc に対応する粒子は低いエネルギーにピークを持つ Inverted-V型であるが、アークの低緯度側の diffuse aurora に対応して指数函数型となる。
3. diffuse aurora を作る粒子は高エネルギー迄粒子束が伸びた指数函数型で、低高度より高い電子密度を作っている。

INSTALLED SCIENTIFIC INSTRUMENTS

Abbr.	Nomenclature	Co-workers
VAT PHO	Visible Auroral TV Photomultiplier	T.Oguchi, K.Hayashi S.Sasaki, N.Yagima
ESP	Energy Spectrum of Particles	H.Yamagishi, H.Miyaoka H.Matsumoto, N.Kaya T.Mukai, E.Sagawa
NEL LP	Number of Electrons Langmuir Probe	T.Takahashi, H.Oya A.Morioka
TEL	Temperature of Electron	K.Oyama
GA	Geomagnetic Aspectometer	S.Kokubun, I.Aoyama F.Toyama, H.Fukunishi N.Sato, R.Fujii
HOS	Horizon Sensor	M.Ishido

表1.

FLIGHT RECORDS

Items	AURORA I	AURORA II	AURORA III
Rocket	S-310JA-8	S-310JA-9	S-310JA-10
Launching Day	1984 04 04	1984 05 03	1984 05 28
Launching Time	192701(UT)	221410(UT)	231713(UT)
Azimuth	313°	313°	313°
Max. Altitude	202 km	204 km	209 km
Substorm phase	Break up	Pre break up	Post break up
Aurora	active aurora (~ 30KR)	stable arc (~ 2KR)	diffuse aurora (~ 2KR)

表2.

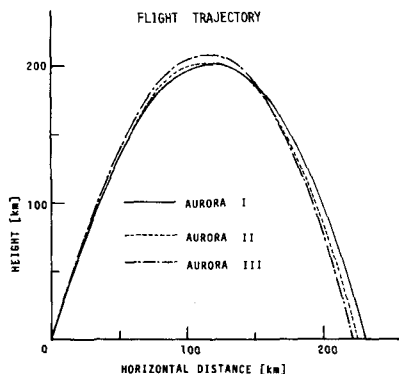


図1.

磁気計による南極ロケットの姿勢測定

遠山文雄^{*}・高橋隆男^{*}・佐藤正則^{*}・青山 巖^{*}・福西 浩^{**}・国分 征^{***}・藤井良一^{**}
江尻全機^{**}・小野高幸^{**}・平澤威男^{**} (*東海大・工 **極地研 ***東大・理)

S-310JA-8, 9および10号機に搭載された地磁気姿勢計(GA)は通常のものよりもテレメータ出力分解能が高く、極域電流による磁界変動の検出およびロケットの地磁気に対する姿勢変化を測定する目的を待つ。データはセンサ位置での磁気的影響が大きいためにかなりの補正を必要とするが、今回はその補正とそれに基づくロケットの地磁気に対する姿勢結果について報告する。

1. 磁気計概要

ロケット機軸と平行な軸とこれに直角な二つの直交軸をもつ三成分フラックスゲート磁気計が搭載され、磁場測定範囲は $\pm 60,000$ nTである。三成分の磁界は同時検出され、アナログ出力(0-5V)としてZ成分とX(H)成分がFMテレメータへGAモニタとして、またA/D変換されたデジタル出力(14 bits)は三成分がPCMテレメータで送信された。各成分とも最大分解能は7.3 nT/bitで励振周波数は15 kHz、磁気計雑音レベルは5 nT以下である。

2. データ処理

テープに記録された三成分PCMデータおよびロケットのレーダーデータと計算機処理し各成分の補正を行なう。大きなオフセットや誘導磁界によるもの、ロケットの遮へい効果も大きく、一部には飽和していてデータが使えない箇所もあった。

一般に直交した基準三成分磁場 X, Y, Z は

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_x - V_{x0} \\ V_y - V_{y0} \\ V_z - V_{z0} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} b_x \\ b_y \\ b_z \end{bmatrix} \quad (1)$$

で表わされ、ここで V_k ($k=x, y, z$) はテレメータ出力電圧(デジタル値)、 V_{k0} は磁気計単体較正における励磁場出力、 a_{ik} ($i=1, 2, 3$) および a_{ij} (i, j) はロケット搭載後の誘導磁界を含む感度および三軸センサの非直交によ

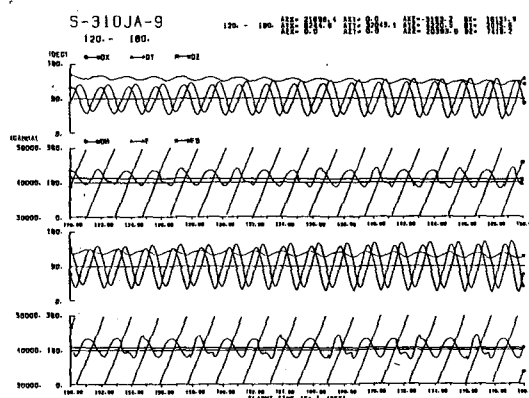
る補正パラメータ、 b_k は直流オフセット量である。基準座標系のとり方により a_{ij} および b_k の12個のパラメータは9個となる。これらの未知数は F を全磁場の大きさとして

$$F^2 = X^2 + Y^2 + Z^2 \quad (2)$$

を用いて、この F が理論磁場の大きさ F_0 に近似的であり、 F のバラツキが小さくなる条件を利用して求めている。通常、三成分出力が変化している箇所(データ(落下時の様な)姿勢変化の大きいところ)を用いて未知数の決定をするが今回の3機の落下時のデータはテレメータのロックオフや雑音のため有効に使えずスピンデータを利用した補正をせざるを得ない部分が多い。

直流オフセットは3機とも大きく、最大で80,000 nT近くにも及ぶ成分もあり時間変動も認められて補正を困難にしている。

講演では各種オフセット、ロケットスピンとフリーズションなどについて述べる。



姿勢結果表示の一例

S-310JA. 8, 9, 10号機における地平線検出

柏木秀夫 田中基夫 石堂正弘 菊田 望

神戸大学工学部

1. はじめに

1984年4月から5月にかけて南極で打ち上げられたS-310JA. 8, 9, 10号機のロケット実験において、地平線センサを用いて、地球の中心とロケットを結ぶ天頂軸からのロケットの傾きを示すピッチ角の測定結果が求まったので、ここに報告する。

2. 飛行記録

S-310JA. 8号機は、4月4日22時27分1秒に打ち上げられ、60秒後にデスピンが作動してスピン周期を2.384秒に落とし、3分41秒後に最高高度201.753kmに達し、7分9秒後に着水した。

9号機は、5月4日1時10分10秒に打ち上げられ、47秒後にデスピンが作動してスピン周期を1.825秒に落とし、3分40秒後に最高高度204.038kmに達し7分17秒後に着水した。

10号機は、5月29日2時17分13秒に打ち上げられ、50秒後にデスピンの作動してスピン周期を1.866秒に落とし、3分51秒後に最高高度219.812kmに達し、7分21秒後に着水した。

3. 姿勢検出

ロケットの姿勢の一要素であるピッチ角 β は、次式で求めることができる。

$$\beta = \sin^{-1} \left(\frac{\cos \alpha}{\sqrt{\cos^2 \delta + \sin^2 \delta \cos^2 \theta}} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{\cos \delta}{\sin \delta \cos \theta} \right)$$

$$\theta = \frac{T_{\text{test}}}{2 T_{\text{SPIN}}} \times 2\pi, \quad \sin \alpha = \frac{R+h}{R+h}$$

ここで、 δ はセンサ設定角、 R は地球半径、 h はロケット高度、 h' はCO₂層高度、 2θ はセンサが1スピンする間に地球を見ている角度である。この式より求めた8, 9, 10号機のピッチ角を図1-3に示す。これより3機とも約10度を中心とした ± 30 度のプリセッションを1回行っており、約70秒と380秒でロケットが直立しているのがわかる。また、デスピン作動後は、ピッチ角検出誤差は ± 5 度以内と推定される。

4. おわりに

今回の報告で、ロケットのピッチ角を解析したが、その姿勢はピッチ角のみでは求まらないので、地磁気センサの結果と組み合わせ、ロケットの絶対姿勢を求めることが必要である。

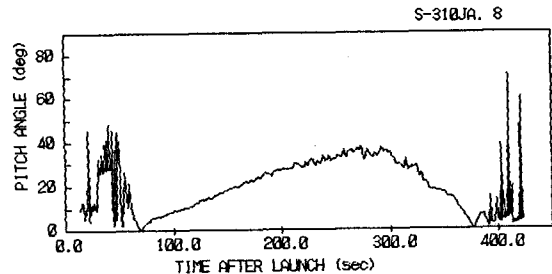


図1 8号機のピッチ角

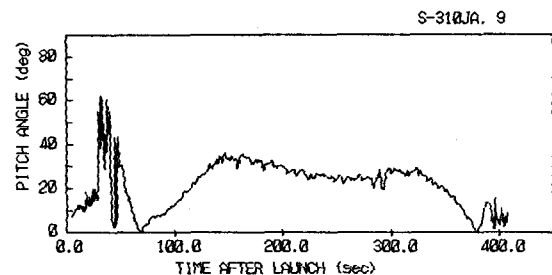


図2 9号機のピッチ角

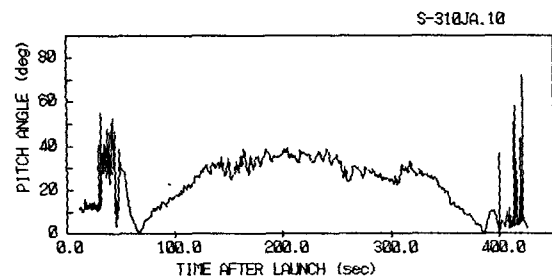
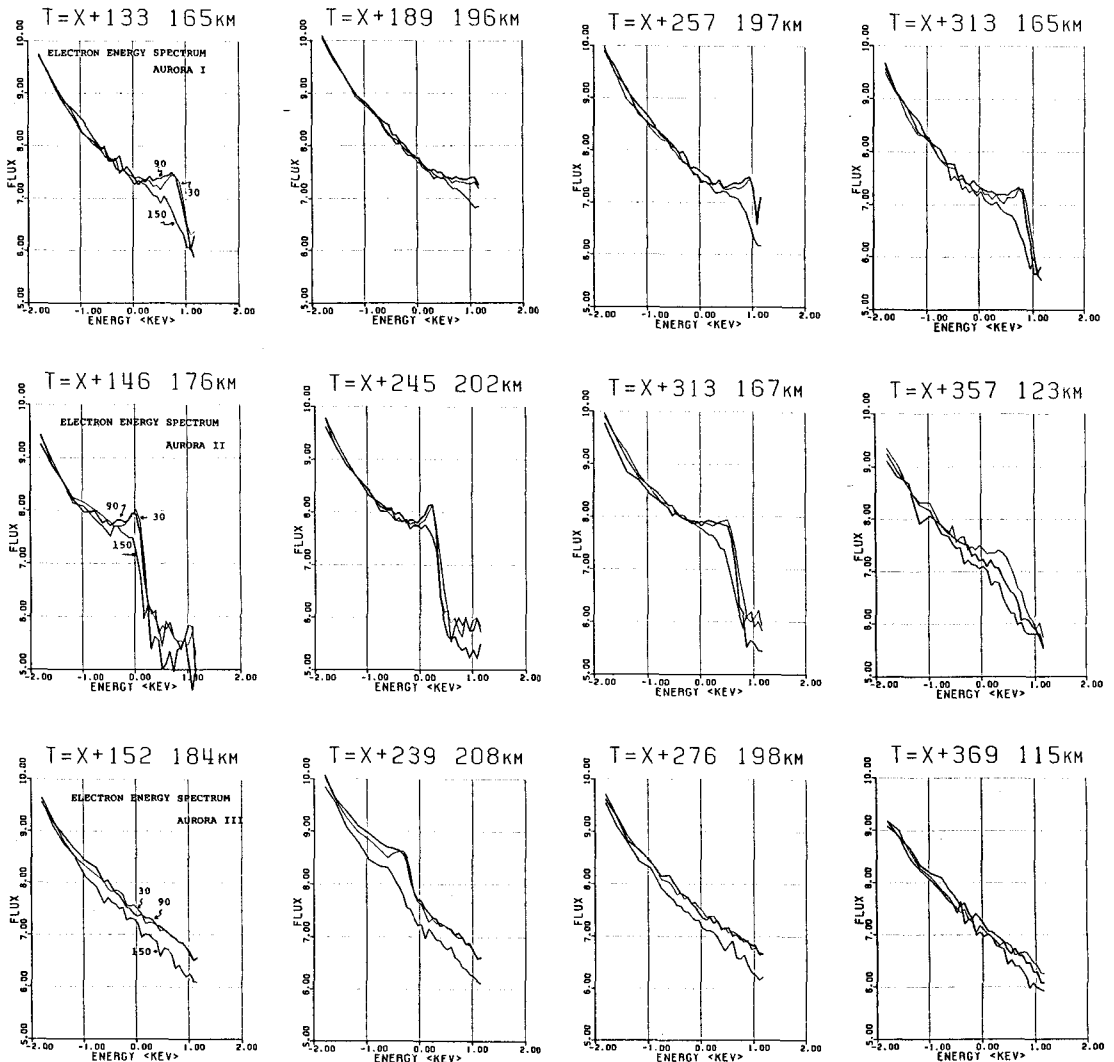


図3 10号機のピッチ角

ロケットによるオーロラ粒子観測

江尻 全機・山岸 久雄・宮岡 宏・小野 高幸・平澤 威男 [極地研]、
松本 治弥・賀谷信幸 [神戸大・工]、向井 利典 [宇宙科学研]、佐川 永一 [電波研]

25次隊ロケット実験で観測されたオーロラ粒子(電子)のエネルギー・スペクトルは、三つの異なったオーロラ形態に対して下図に示すように特性が全く異なっている事が判明した。即ち AURORA I の break-up に対応する粒子束は、約8 keV 以上にピークを持つ Inverted-V型のスペクトルで、AURORA II の pre-break up の stable arc に対応するものは、1~2 keV にピークを持ち、AURORA III の post-break up の diffuse aurora に対応しては高エネルギー迄伸びた指数函数型である。図からも明らかなように、高度 又はオーロラの時間変化に対応してスペクトルも変化し、又 降下粒子束と up-ward flux との差も顕著に検出されている。固定エネルギーでの粒子束の時間変動も4つのエネルギー値で測定されたが、今回のオーロラでは micro-burst 的なものではなく、又 エネルギーによる粒子到達時間差もなかった事より、粒子の加速が近い所で起きていた事がわかる。観測された特性の詳細は講演にて示す。



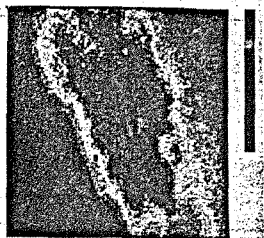
ロケットによるオーロラTV観測

江尻 全機・小野 高幸・平澤 威男、 小口 高・林 幹治、 佐々木 進、 矢島 信之
 [極地研] [東大・理] [宇宙研] [機械技研]

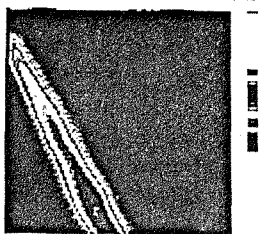
第25次観測ロケット実験では、オーロラ光の二次元像をロケットより高い時空間分解能でとらえ、同時に測定するオーロラ粒子束との対応を調べる目的で、オーロラ・テレビカメラ (VAT: Visible Aurora TV Camera) 及び、ロケットの真下を見るフォトメータ (PHO: Photometer) を搭載した。VATは視野角 $53.4^{\circ} \times 33.9^{\circ}$ を 101×100 pixels で撮像し、感度は $0.2 \sim 100$ KR、露光 4.2 秒、データ転送は1画面 / 5.62 秒である。波長感度は可視域である。PHOは N_2^+ (1NG) の 427.8 nm を測光し、感度は $10 R \sim 100$ KR、視野角 10.8° である。ロケットは姿勢安定の為 約 0.5 Hz でスピンをしており、そのスピンをしている物体に乗って静止画像を撮像する為に、VATのカメラは デスピンをし、ジャイロスコップを用いたサーボ系により絶対空間に静止させられている。

観測は、三つの異なったオーロラに対応して、ロケット高度から下を見たオーロラをとらえる事が出来た。画面のずれは9号機で約 $\pm 0.1^{\circ} / \text{sec}$ 、10号機で $1^{\circ} / \text{sec}$ である。図1に擬似カラー表示をしたTV画面の例を夫々1枚ずつ示す。この画面で高度差をとれば、その高度での volume emission が計算出来る。但し、オーロラが時間的に一定であると仮定すればの話である。PHOでロケット真下を見ている時のデータを図2に示す。縦軸はR (レーリー) 値に較正してある。これを見ても、Aurora が時空間で如何に変化しているかがわかる。10号機の diffuse aurora は比較的一定の値を示している。VATで得られた画像は約60枚/1 flight でその詳しい様子及び解釈は講演で示す。

(a) 10 95.5-99.7



(b) 37 250.0-254.2



(c) 27 197.8-197.8

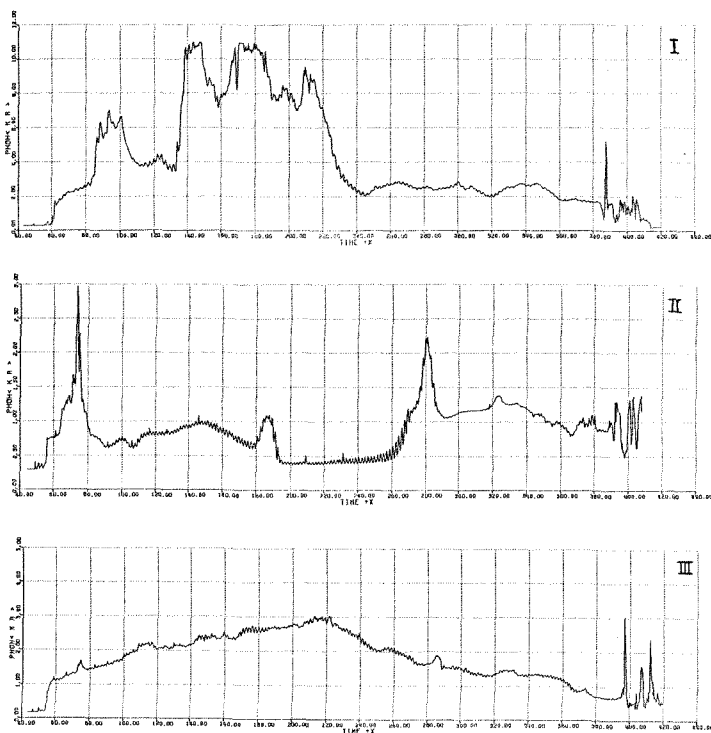
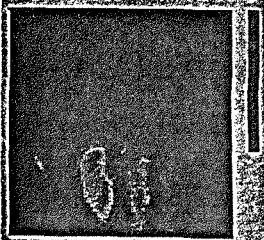


図2. フォトメータ (PHO) のデータより求めたオーロラ発光強度 (apparent emission rate in K Rayleigh) vs 飛翔時間。

← 図1. オーロラTVカメラ (VAT) で撮像したオーロラの例。

原版は擬似カラー表示である。(a) AURORA I、(b) II、(c) III

オーロラ形態と電子密度

江尻 全機、高橋 忠利・大家 寛・森岡 昭、小野 高幸・平澤 威男

〔極地研〕

〔東北大・理〕

〔極地研〕

第25次隊ロケット実験はオーロラの光（形態）と粒子の関係を明らかにする事にあるが、オーロラ粒子の最終の姿としての熱的電子密度も、オーロラの様相によって大きく変化し、又 降下粒子束との対応も明らかにしなければならない。今回は電子密度測定器として、IP（インピーダンス・プローブ）とLP（Langmuir プローブ）とを搭載した。LPは密度の fluctuation を調べるのが本来の目的であったが、S- 310JA - 9号機のIPが失敗した為、LPからも電子密度を求める事を試みた。即ち 8号機に於いてLPの電流の直流成分（DC）とIPによって得られた up-leg E層 max（ ~ 130 km）迄の電子密度との関係が他の領域でも成立するとして、LP-DCより電子密度を求める。8号機の down-leg と10号機の up-leg でLPとIPがどの位一致するのかを図1, 3によって示す。この方法で9号機の電子密度を求めたのが図2である。LPとIPとで高度が高くなると差が大きくなるのは、電子温度が高度と共に大きくなっている事に対応すると考えられる。電子温度はTELで測定されているので、これらの補正を行なう予定である。三つのタイプのオーロラに対応して、これらの up-leg につきまとめたのが図4である。I、II、IIIは AURORA I、II、IIIに対応する。これらの解釈は講演にて示す。

図1.

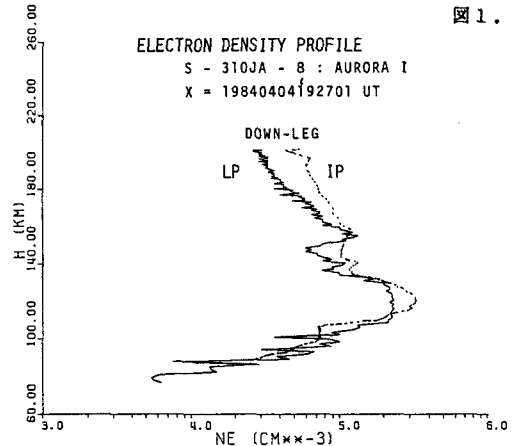


図2.

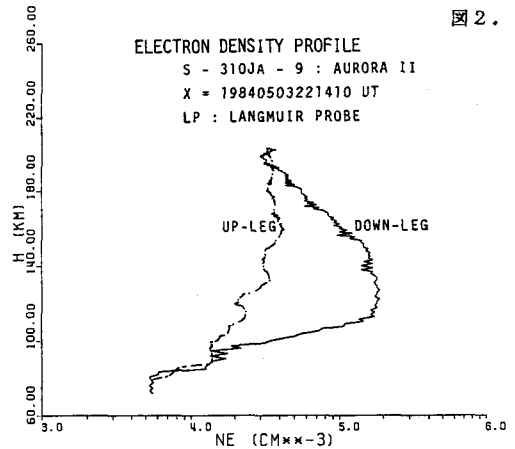


図4.

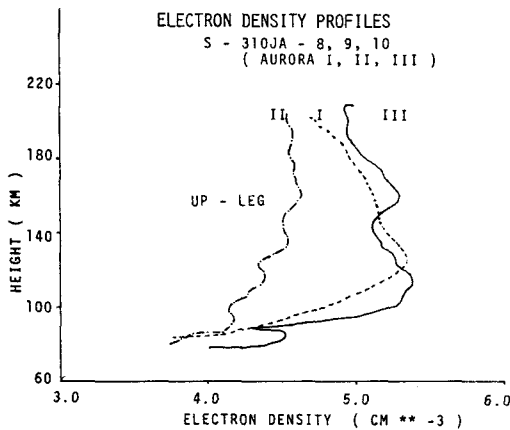
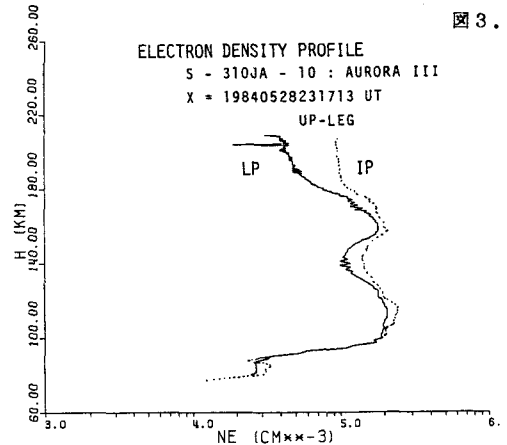


図3.



Nonlinear Effect for the Omega Signals
in the Auroral Ionosphere by Rocket Observations

Masanori NISHINO (Research Inst. Atmospherics, Nagoya University)

Eigil Ungstrup (Danish Space Research Institute)

Electromagnetic waves at 10.2 and 13.6kHz from the Omega transmitter located in Northern Norway were observed by loop antennas on board four rocket payloads launched into the auroral ionosphere. Among these Omega signals, an unusual feature has been found for three payloads; the signals which ordinarily show double spin modulation were converted to single spin modulation in the altitude range of 70-115km of the ionosphere. Most of the single spin modulation signals showed a deep spin modulation and a weak intensity below 32 μ V/m. It is concluded that the conversion is caused by the nonlinear characteristic of the Langmuir probe in the ionospheric plasma which results in approximately the square root function in the limited voltage range of the deep spin modulation signals. For one payload showing no conversion the cause may be attributed to the change of the Langmuir characteristic due to the relative increase (decrease) of the rocket velocity and the relative decrease of the electron density in the lower ionosphere. The reason why the conversion has taken place in the wide altitude range of 70-115km seems to be that the elliptically polarized waves penetrate the ionosphere nearly perpendicular to the earth's magnetic field and this cause deep spin modulation of the signals, which make the conversion to the single spin modulation easy.

C31/2 ESRANGE LAUNCH DEC.6.1967 21.21.12 UT

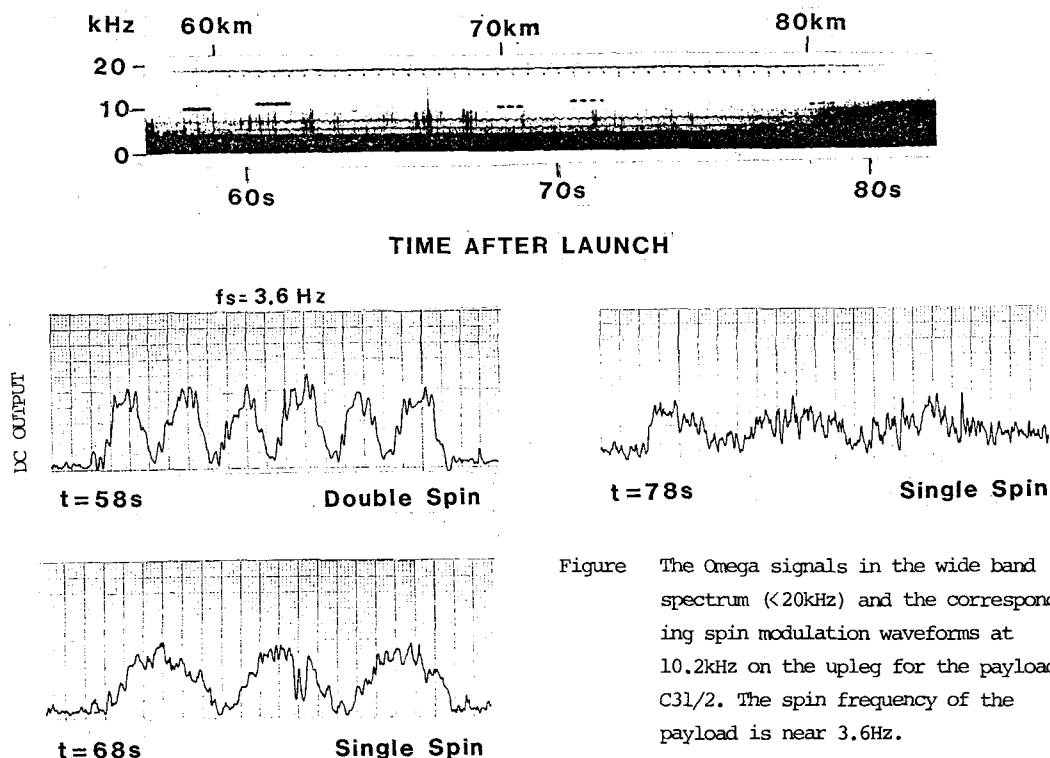


Figure The Omega signals in the wide band spectrum (<20kHz) and the corresponding spin modulation waveforms at 10.2kHz on the upleg for the payload C31/2. The spin frequency of the payload is near 3.6Hz.

Behaviours of Auroral Hiss in the Ionosphere by the Full-wave Study

Masanori NISHINO (Research Institute Atmospherics, Nagoya University)

Eigil UNGSTRUP (Danish Space Research Institute)

From hiss observations by three rocket payloads (C31/1, C31/2 and S70/2) with VLF receivers launched from ESRANGE (67.9°N, 21.1°E), we obtained VLF power flux spectra (0.7-90kHz) of auroral hiss in the ionosphere. The spectra on the two payloads (C31/2 and S70/2) launched during quiet aurora arc conditions show the characteristics of continuous hiss with narrow-band peak intensity around 10kHz, while the spectra on the payload C31/2 launched during the break-up phase of the aurora show the ones of wide-band hiss which peak frequency changes in the frequency range of 10-30kHz. Comparing these spectra variations with altitude with transmission coefficients obtained by the full-wave calculation, behaviours of auroral hiss are discussed with regards to the transmission, reflection and absorption in the ionosphere.

Table

Reference	C31/1	C31/2	S70/2
Launching date	26 November 1967	6 December 1967	25 November 1971
Launching time	19.44.22 UT	21.21.12 UT	17.13.05 UT
Approximate flight time	6 min.	6 min.	7 min.
Maximum altitude	125.6 km	128.5 km	175.0 km
Launching direction	358°	354°	343°
VLF antenna	1.0 m ² loop	1.0 m ² loop	two orthogonal dipoles and three loops
Wide band receivers	0.5-10kHz	0.5-10kHz	0.5-10kHz
Narrow band receivers	28kHz, 90kHz	28kHz, 90kHz	26kHz, 81kHz

大空 (EXOS-C) PPSにより検出された

極冠域大規模プラズマホール

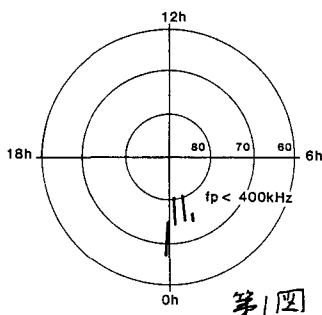
小原隆博, 大家 寛 (東北大・理)

1. はじめに

第9号科学衛星大空 (EXOS-C) に搭載された PPS (プラズマサウンダー) 観測のひとつの目的は、極域電離層のダイナミクスの解明にあるが、この領域は磁気圏からの降下粒子や磁気圏の対流電場の影響を強く受けている。PPS観測により電離層電子密度の立体分布が得られるが、これらで観測により降下粒子が熱源となり、電離層を加熱する姿が判明し、同時に電離を促進させている事実も得られた⁽¹⁾。又、降下粒子が直接の原因となり、電離層プラズマ中に擾乱構造を作り、それが極冠域へと輸送されていく様相も判明してきた。従来のサウンダー衛星はリアルタイム観測を基調としているため、極冠域電離層に対しては充分な観測がなされていなかったという事情を背景に、大空 (EXOS-C) にはデータレコーダが搭載され、極冠域は特に重点的に観測された。その結果夜側の極冠域に大規模なプラズマホールが検出されて来たが、今回はこのプラズマホールの特徴を報告し、さらにその成因について考察する。

2. 極冠域大規模プラズマホール

軌道面が、明方から真夜中を経て夕方側へ回って行く期間である1985年8月末から10月初めの約2ヶ月にわたり PPS/NEI による集中観測を実施したが、その結果第1図に示す領域 ($\Delta = 70^\circ \sim 80^\circ$, $MLT = 0h \sim 2h$) に密度の激減域が観測された。この観測されたホ

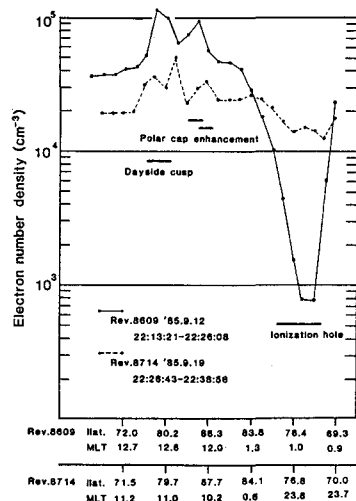


第1図

ールの断面図を第2図に示すが、このとき衛星はnoonからmidnightのmeridianを飛翔している。実線はプラズマホールが観測されたパスでの衛星高度 (~370 km) での電子密度の値を示している。一点線はプラズマホールが見られない、むしろ平均的な密度分布を示している。この様なプラズマホールでの電子密度が1桁以上も減少する現象は何によってコントロールされているのであろうか。次に磁気活動度との対応を調べた。その結果プラズマホールが観測された時にはいずれも磁気活動度が小さい時に対応している事が判明した。この様な時は高緯度で昼側から夜側へと向う対流運動が非常に弱くなり、プラズマは夜側へと供給されなくなると思われる。再結合やポラーランドのためにプラズマ密度は減少している。結果としてプラズマホールが形成されていくものと考えられる。

参考文献

- (1) Obara, T., and H. Oya; Plasma condition in the polar ionosphere observed in SPW experiments on board the Ohzora (EXOS-C) satellite, *J. Geomag. and Geoelectr.*, **37**, 285-307, 1985



第2図

極域電離層で観測される電子密度の不規則構造 — EXOS-C (おおぞら) NEI による観測結果 —

渡部重十、大冢寛、高橋忠利、渡辺勇三
(東北大理) (宇宙研)

1.序 電離層内における電子密度の不規則構造は、その空間スケールが数mあるいは数十mから数千kmにも及び電子密度の不規則構造を多数観測している。その1例を以下から数千kmにも及びものであり、また図1に示す。図では、垂統して3周回にわたる赤道域から極域に至るすべての領域において、極域において電子密度の減少として観測されるTrough、Aurora領域での電子の降り込み構造は、緯度及び地方時により異なり、特に極域で観測される不規則構造は地球磁気圏の擾乱と深く結びついている。1984年2月、同衛星から打ち上げられた科学衛星「おおぞら」に搭載されたESP(低エネルギー粒子観測装置)によって決定された。衛星の軌道にそって、Trough及び電子の降り込みが観測された領域も図1dに示す。Troughは磁気緯度 55° 以下の電子密度の観測を行ない空間スケールが数十mから数千kmにも及び電子密度の不規則構造をとらえている。これらの不規則構造のうち、極域で観測される不規則構造について、その出現特性及び発生機構について考察する。

2.極域電離層における電子密度の不規則構造の観測 「おおぞら」衛星に搭載されたNEIを用いて、極域電離層において特徴的な現象として、Trough領域における電子密度の減少、Aurora領域における電子密度の上昇及びPolar Cap内での電子密度の上昇などが観測されている。また、これらの構造に付随して空間スケールが数十km以下の小さなスケールをもつ電子密度の変動がTroughの赤道側境界から極域付近にわたって、数十km以下の空間スケールをもつ電子密度の不規則構造が観測されている。この結果は、極域における数十km以下の空間スケールをもつ電子密度の変動は、電子密度の変動が出現する領域は、Trough領域、Aurora領域、Polar Cap領域にあり、その原因として、Trough領域においては磁気圏からの熱流入、Aurora領域においては、粒子の降り込み及び電場、Polar Cap内においては、対流電場が、重要な働きをしていると考えられている。

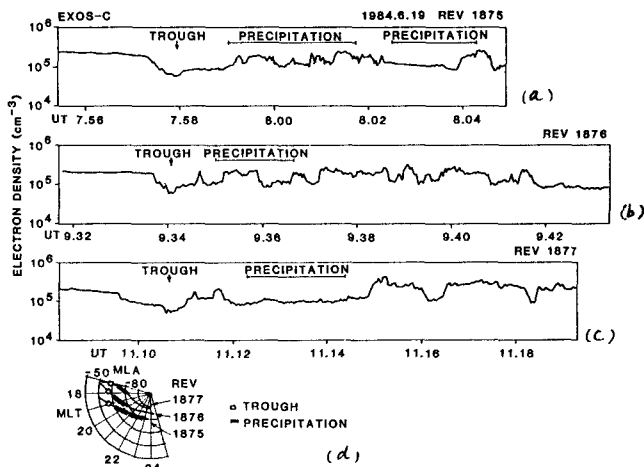


図1. 「おおぞら」で観測された極域電離層の電子密度。Troughの赤道側境界から極域付近にわたって、数十km以下の空間スケールをもつ電子密度の不規則構造が観測されている。

カスプ領域における降下イオン

葛蒲昌也 賀谷信幸 向井利典 松本治弥 伊藤富造
(神戸大) (神戸大) (宇宙研) (神戸大) (宇宙研)

一昨年2月に打ち上げられた人工衛星EXOS-C「大空」に搭載された低エネルギー粒子観測器(ESP)は、主に極域での降下粒子の観測を目的としており、現在までに電子やイオンに関して多くの興味深い特徴が見いだされている。その低エネルギー粒子観測器によって得られた観測データに見られる興味深い現象のうち、特にカスプ領域近傍での特徴について報告する。

まずカスプ領域近傍での特徴として以下のものが観測された。

1) カスプ領域近傍でのデータには、イオンの高密度な降り込みが観測され、ピッチ角分布からそれらの特徴は降下イオンにのみ限られている。又それらのイオンの分布には、エネルギー分散を示すデータがあり、その分散の仕方には分類別けが出来、Kp指数との相関を調べた結果、依存性のあることが確認された。

2) カスプ領域内での粒子温度について考察した結果、電子の場合高低2通りの温度成分があり、低い方は約20eV、高い方は約90eVと算出された。その温度よりこれらの電子は、マグネトシースから流入したものと考えられる。次にイオンの場合は、エネルギー分散を示さないデータでは、約600eVと単一の温度成分で近似できるが、エネルギー分散を示すデータでは、単一の温度成分で近似できないという結果を示した。

そこで、1)で記した様な特徴的なイオンの降り込みを示す全てのデータの軌道を一枚のmap上にプロットしたものが図1である。さらにエネルギーフラックスの大小がドットパターンで表現されている。又カスプ領域近傍で電子の分布にしばしば観測される100eVから300eVにピークを観測したデータの軌道を図1と同様に一枚のmap上にプロットしたものが図2である。この2枚の図を比較すると図1のイオンの分布は、dawn方向にはMLTで7時あたりまで、dusk方向にはMLTで15時あたりまでnoonをはさんで広がっているのに対して、図2の電子の分布はnoon付近に集中しておりdawn方向にまで広がっていないことがわかる。今回の報告では、以上の様な観点でカスプ領域近傍での粒子の分布についての考察を報告する。

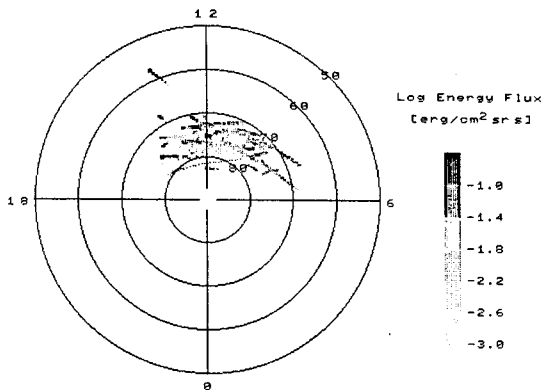


図1. イオンの降下領域

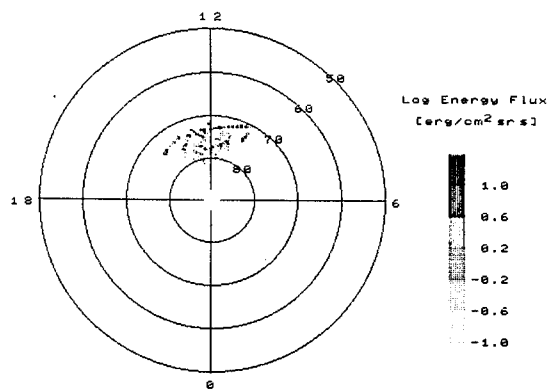


図2. 電子の降下領域
(100eV-300eVにピークを持つ観測データ)

極域における電子温度測定(非等方性について)

小山孝一郎, 江尻全機*, 小野高幸*, 平沢成男*, 阿部琢美***
 宇宙科学研究所, 極地研究所*, 電気通信大学***

今、その衛星によって特に極域において電子温度の非等方性が見出された。ここに2例を示す。図1に示すように0^h50^mごろセシサ3が磁場に平行な成分をセシサS1が磁場に垂直な成分を多く感じている。上から2番目のパネルは二つの温度の比 $T(S1)/T(S3)$ が約0.7であることを示しているがこの事は $T(S1)$ が $T(S3)$ より高いことを意味している。0^h58^mごろになるとこれらセシサと地磁気とのなす角は45度となり、この事はセシサS1およびS3共に同じ量の $T(S1)$ 成分を測ることを意味し従って $T(S1)/T(S3)$ は1となる筈であり、実際のデータをこの事を示している。図2の例では最初の観測のあたりが図1と逆でセシサS1が磁場と平行な成分をセシサS3が磁場と垂直な成分をより多く感じているが徐々に地球磁場とセシサとの角度が変化してゆく。23^h36^mごろには図1のケースと同じように二つのセシサと地球磁場とのなす角が45度になり、二つのセシサは同じ量の $T(S1)$ 成分を検出しはじめるようになる。このように特に極域において $T(S1)$ が $T(S3)$ より高い現象がしばしば見られる。この例に示したように $T(S1)$ は $T(S3)$ の1.5倍にもなる場合がある。従って南極にケットが再開されたあかつきには $T(S1)$ および $T(S3)$ 成分を同時に測定しないと誤った結論を導く事にもなりかねない。同じようにESレーダーでTeプロファイルを得る時には十分な注意を要する。即ちESレーダーはより高い高度を測るにつれビームと磁力線とのなす角を減小させしめる事になるがこの事はESレーダーは高度の上昇と共に $T(S1)$ 成分をより多く感じるという事になる。

調査では昭和基地上空で得られたデータを紹介した後、上記した電子温度の非等方性について論ずる予定である。

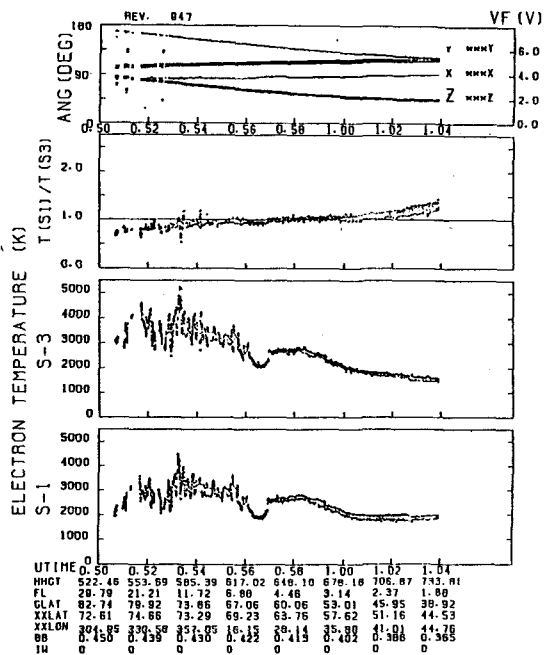


図 1

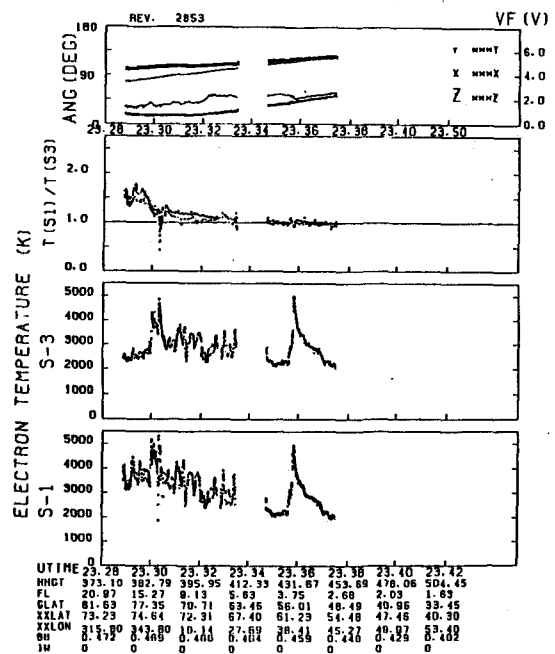


図 2

LHR Noise-Band Emission の特性と

放射メカニズム

森岡 昭, 大冢 寛 (東北大・理)

1. 序 EXOS-C (あおぞら) 衛星による VLF 波動観測は, その波動スペクトラムを機上で処理しデータレコーダに記録するという方式の特徴を生かして, 極域から赤道域にわたる世界的な VLF プラズマ波動の activity を探査することが可能となっている. 本稿では, subauroral zone で特徴的な LHR Noise-band emission に焦点を置き, その放射特性と放射メカニズムを論じる.

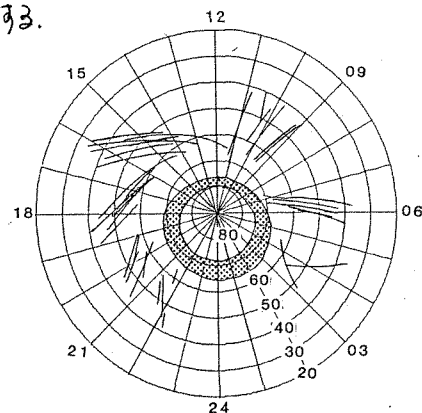
2. 放射特性 極域域から赤道域にわたる軌道において観測された LHR noise-band emission の典型例を図 1 に示す. 放射特性の主なものは以下に要約される.

- (i) noise-band の周波数は高緯度で低く (~ 5 kHz), 低緯度で高くなる (~ 20 kHz).
- (ii) 出現する領域はほぼ plasma Trough を高緯度側の境界とし, 磁気緯度 40° で分布 (第 2 図参照) し, 高エネルギー粒子のフラックス増大域と一致する.
- (iii) 出現域の高緯度境界は磁気活動度が大きくなるにつれて高緯度側にシフトする.
- (iv) Plasma spheric huss と極めて良い出現の相関を示す.
- (v) noise-band のバンド中は平均 5 kHz であり, カッパープなカットオフをもたない. またスペクトルのピークは時々スプリット

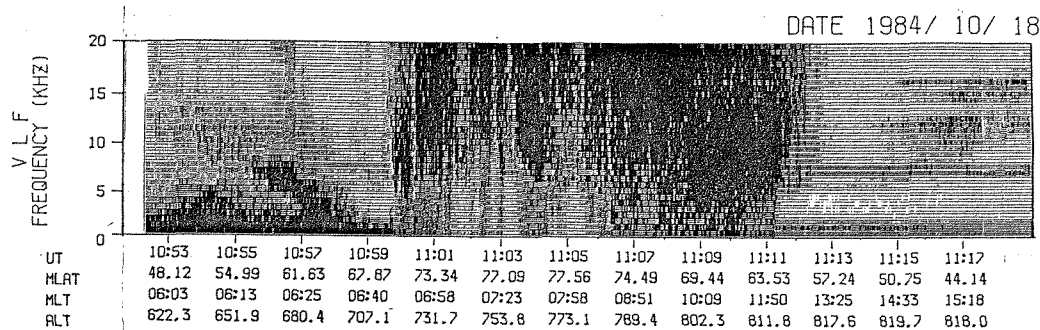
した構造を示す. これらのことは, LHR noise-band は必ずしも in-situ 波動現象ではなく, 伝播性波動であることを示している.

3. まとめ 観測された放射特性から, LHR noise-band の放射機構として以下の 3 つが提唱される.

- (i) 放射帯粒子のサイクロトロン相互作用により plasmaspheric huss が放射されると同時にビッチ角散乱が生じ, 降下粒子が増大する.
- (ii) この降下粒子との Landau 型相互作用により subauroral zone の電離圏では LHR をエネルギーで LHR emission が放射される.
- (iii) 放射された LHR emission は電離圏で LHR ダブトに trap したノイズバートを形成する.



第 2 図



第 1 図

河野 毅（理研） 永田勝明（玉川大） 村上浩之・中本淳（立教大） 竹中哲善・菊池 順・
道家忠義（早大理工研） 長谷部信行（愛媛大）

EXOS-C（おおぞら）に搭載されている高エネルギー粒子検出器（HEP：High Energy Particles）は、オーロラ帯や南大西洋異常での高エネルギー粒子（電子 0.2 - 3 MeV, 陽子 0.6 - 35 MeV）の観測をしているが、太陽フレアが起きてフレア粒子が地球近傍までやって来ると、極域では低高度まで近づけるためこれらの粒子を観測することができる。1984年の打ちあげ以来数回のフレア粒子を観測しているが、その中で比較的大きなものについて得られた結果を報告する。

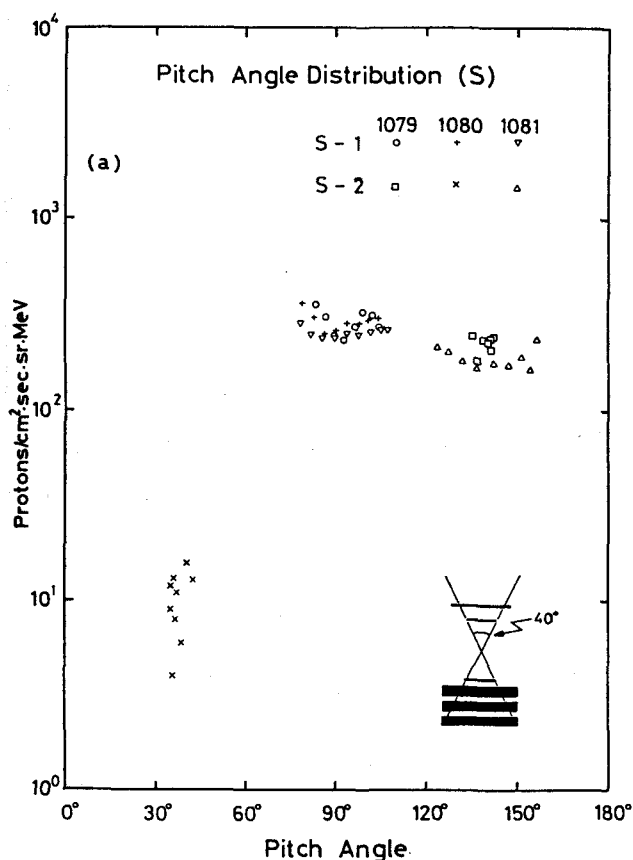
フレア粒子は衛星が極域を通過する約 10 分間観測され、衛星が低緯度へ移動するにしたがい消滅する。極冠帯では平穏時には高エネルギー粒子は非常に少なく、極冠帯をはさむオーロラ帯での増加の間で谷をつくっており、太陽フレアの発生で粒子が増えたとこの谷が埋まるように見える。HEP は視野が直交する 2 つのセンサー（S-1, S-2）を持っており極冠帯通過中の磁力線との関係から、粒子のピッチ角分布をあていど求めることができる。1984年 4 月 24 日 23:56 UT に起きたフレアに対応する増加現象の中で、4 月 26 日の周回数 1079-1081 の 3 Rev について 4-8 MeV の proton のピッチ角分布を求めたのが下の図である。この図から >90 度で等方的で、 <90 度では約 2 桁低くなっていることがわかる。これらのデータはいずれも南極で得られたもので、

ピッチ角 0 度は upward、180 度は downward の運動方向を示すため、上方から降ってくる粒子について等方的、下方から上に向う粒子は非常に少ないことになる。

1984年 5 月 23 日のフレアについても同様なデータがあり、この場合北半球においてピッチ角が 30 - 120 度で等方的の分布が得られた。120 度以上のデータはないが、北半球なのでやはり downward で等方的であると思われる。同様の結果はもっと低いエネルギーではこれまでに報告があるが今回高エネルギーで確認されたことになる。

また、緯度による cutoff invariant latitude の Kp 依存性についてはゆるい傾向ながら Kp が大きい時に invariant latitude が低くなることも解った。

フレア粒子の絶対フラックスについては気象衛星ひまわりのデータと比べた結果、静止軌道とおおぞらの軌道で数%以内で両者の良い一致を見た。



昭和基地 地上とEXOS-C衛星による オーロラ同時観測

小野高幸(極地研), 賀谷信幸(神戸大工)

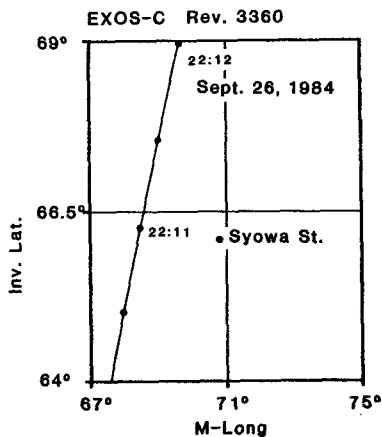
向井利典(宇宙研), 森岡昭・大冢寛(東北大理)

昭和基地に於て受信観測されたEXOS-C画像の観測も同時に行なわれた。特にオーロラデータと地上観測によるオーロラ現象とを直接比較し、オーロラ及びその関連現象の生成メカニズムの解明が進められている。EXOS-C衛星は昭和基地上空にて高エネルギー粒子、低エネルギー粒子、電子温度、電子密度高度分布、プラズマ波動等の観測を行なうが、これらはいずれもオーロラ及びその関連現象を解明する上で極めて重要なパラメータを与えるものである。ここでは1984年9月26日に行なわれた地上-衛星同時観測の結果について述べる。

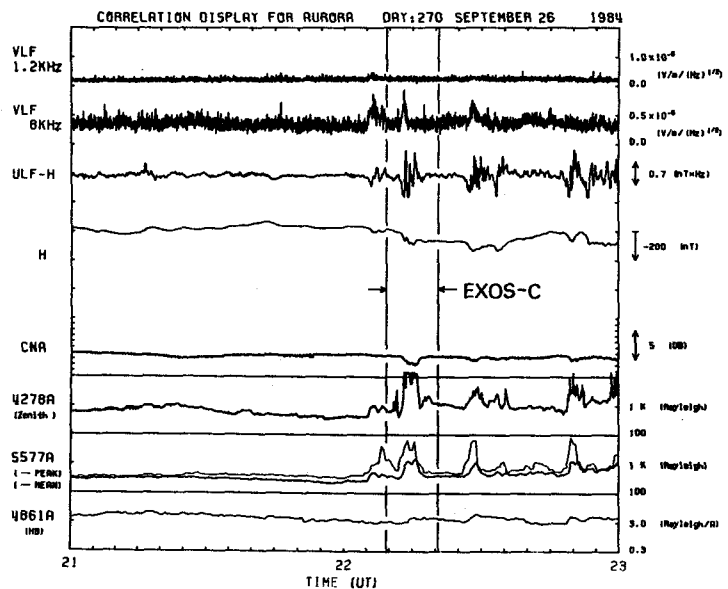
EXOS-C衛星は9月26日22時10分~20分において昭和基地上空を通過しつつオーロラ粒子、プラズマ波動等の観測を実施した。一方昭和基地地上においては、全天カメラ、地磁気変化、ノオノゾンデの定常観測並びに地磁気脈動、VLF波動、CNA及びオーロラ光のフォトメータ観測についての超高層モニタリング観測が行なわれている。さらにオーロラTVによる単色光オーロラ

画像の観測も同時に行なわれた。特にオーロラTVによる観測では、 6300\AA 及び 5577\AA のオーロラ輝線についてオーロラの位置、強度及びその動きが精密に測られ、デジタル画像データとして記録されている。第1図には同時観測時のEXOS-Cを通る磁力線の不変磁気緯度及び磁気経度が示されている。昭和基地におけるオーロラ観測は磁気緯度 $62^{\circ}\sim 71^{\circ}$ 、磁気経度 $60^{\circ}\sim 85^{\circ}$ をカバーしており、EXOS-Cのオーロラ粒子データとオーロラ光とを直接比較する事が可能となっている。同時観測実施の前後における超高層モニタリング観測によるオーロラ現象の活動度を第2図に示す。図に示される様にEXOS-C衛星による観測はオーロラ活動が発達し強いブレークアップを惹き起す晩間を見事にとらえている。

講演ではオーロラTV観測による解析結果を含め、VLF波動現象、オーロラ光の地上観測と衛星で観測されたオーロラ粒子並びにVLFプラズマ波動との関係の詳細を述べる。



第1図 不変磁気緯度及び磁気経度上のEXOS-C衛星軌道及び昭和基地。



第2図 地上-衛星同時観測時のVLF, ULF, 磁場, CNA, 及びオーロラ光活動度。

オーロラ粒子(電子)のスペクトラム解析 I

—— 地磁気静穏時における特性 ——

鮎川 勝, 巻田和男, 国分 征, 平沢 威男
(極地研) (極地研) (東大理) (極地研)

近年人工衛星観測の目覚ましい発展によりオーロラ粒子に関する情報量は、飛躍的に増大している。オーロラ粒子の降下領域¹及びそのエネルギー特性を auroral oval, polar cap 領域², polar cusp 領域³といったものを意識して調べていくことは、オーロラ粒子の起源や、その生成機構を解明していく上において重要なアプローチの一つである。Mushita et al (1985) は, substorm activity (IMF, AE-index) によって, auroral oval と polar cap 領域がどのような latitudinal variation をしているのか precipitation electron boundary region を調べて報告している。しかし、そこは降下粒子の詳細な特性に関する議論は行われていない。一方我々は昼間側オーロラ (10-14 MLT) の形態的特徴等について①長時間にわたって顕著な coronal type aurora が観測される。②pre-midnight と afternoon のオーロラ形態に相異が認められることが多い③夜間側オーロラの時間的・空間的変動の様相に比較して光強度がやや弱い傾向にあり、光学的な auroral activity は極く稀れにしか認められず、等の指摘をしている。これらの指摘は昼間側オーロラの発生に関して本質的な問題があるのか、

単なる観測場所とオーロラ発光域との相対的位置関係によって与えられているものなのか未だ不明である。

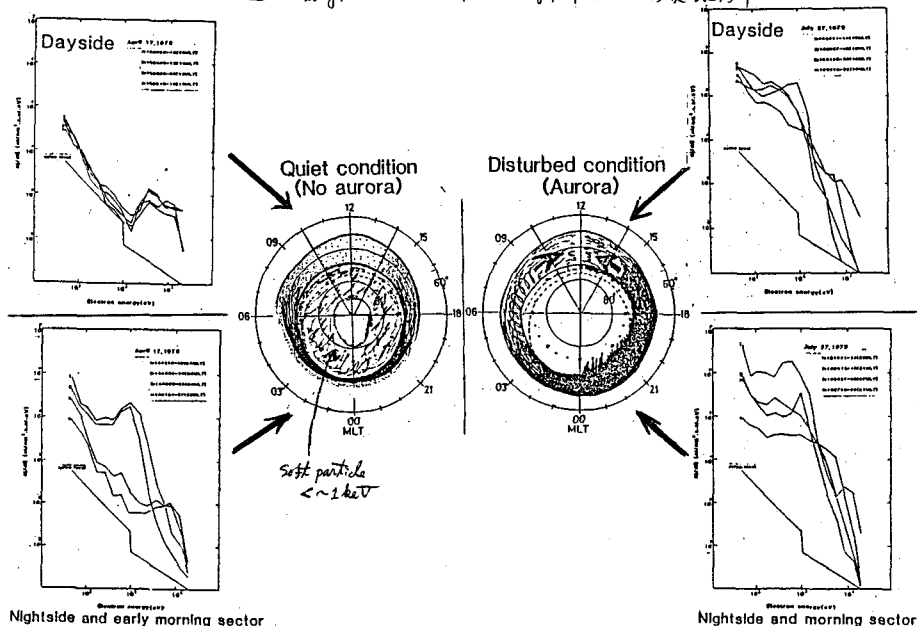
そこで Mushita et al (1985) 以上の昼間側オーロラの形態的特徴を夜側、朝方側、夕方側の状況と関連づけてから global な視点で調べることは、即ち降下粒子のエネルギー特性を global に知ることが必要である。図1は magnetic activity が quiet or disturbed condition における昼間側と夜側側の降下粒子(電子)の領域とその energy spectrum を示す1例である。静穏時における降下粒子の energy spectrum が nightside sector と dayside sector とほぼ同じ特性を有する傾向を示しているのに対し、静穏時のそれは、夜側と昼間側で違っている。本講演では「スペクトラム解析 I」として表1に示す地磁気静穏時 4-events の energy spectrum が MLT によってどのような特性を有しているかを報告する。

表1. 地磁気静穏日

Date	Time	IMF B _z (mT)	IMF B _y (mT)	AE (mT)
Sep. 18, 1978	03 ^h -11 ^h	3.1~3.6	0.3~2.2	28~49
Sep. 19, 1978	16 ^h -24 ^h	3.4~3.8	0.1~0.8	31~62
Sep. 20, 1978	07 ^h -13 ^h	2.7~3.1	0.0~1.7	40~67
Nov. 28-29, 1979	20 ^h -05 ^h	2.6~3.3	0.0~1.7	19~24

<平均> 3.2, 0.9, 40,

図1. magnetic activity と energy spectrum の関係例



Diffuse aurora 低緯度側境界における低エネルギー電子降下現象

宮岡 宏(極地研), C-I. MENG (APL/JHU)

1. はじめに

Diffuse aurora の生成機構を明らかにするためには、これらの励起に寄与するオーロラ粒子の起源、すなわち磁気圏内のどの領域から如何なる波動粒子相互作用を通じて極域電離層へ降下してきているかを同定することが最も重要なポイントとなる。これを以て ISIS-2 衛星 [Winningham et al, 1975; Lui et al, 1977] や DMSP 衛星 [Meng et al, 1979] によるオーロラ粒子の観測、ならびに ATS・SCATHA 衛星等による磁気圏内での粒子観測の比較から、Diffuse aurora は主として Central plasma sheet からの電子降下によるものであることが明らかにされている。しかしながら、例えば、Plasmasheet inner boundary (地球側境界) [1968] による Plasmasheet inner boundary の厚さと Diffuse aurora の低緯度側境界との対応関係等の問題については、ほとんど詳しい解析が行われていない。

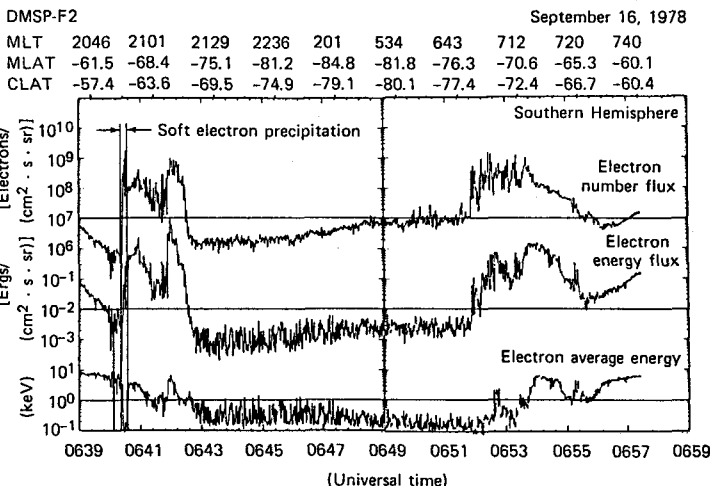
今回、DMSP 衛星によるオーロラ粒子観測データを用いて、特にこの Diffuse aurora 低緯度境界付近に Plasmasheet inner boundary の構造を反映した何らかの signature があるかどうかサーベイを行った。その結果、この境界近傍に極めて特徴的な低エネルギー電子降下が見られる場合が明らかになったので、それについて報告する。

2. 解析データ

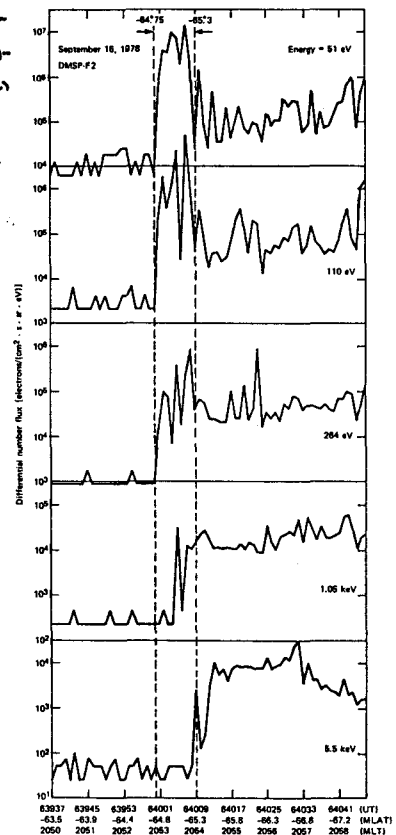
解析に用いたデータは、DMSP-F2 および F3 衛星が 1978 年 9-10 月の 2 ヶ月間に観測した計 3200 軌道分の降下電子 (50 eV - 30 keV) データである。

3. 低緯度境界における低エネルギー電子降下

典型的な一例として、第 1 図に 50 eV - 20 keV 電子の積分フラックスおよび平均粒子エネルギーを、第 2 図に境界近傍での各エネルギー毎の微分フラックスを示す。この現象は、夕方側の Diffuse aurora 低緯度境界のみに現れ、朝方 aurora oval には観測されない。また、その平均的な緯度幅 $0.5^{\circ} \sim 0.8^{\circ}$ は、Vasyliunas 等 [1968] による Plasmasheet inner boundary の厚さ $\sim 0.4 R_E$ と良い一致を示し、この低エネルギー電子降下は、Plasmasheet inner boundary における強い pitch 角散乱に因るものと考えられる。



[第1図] 夕方側 diffuse aurora 低緯度側境界における低エネルギー電子降下の例。



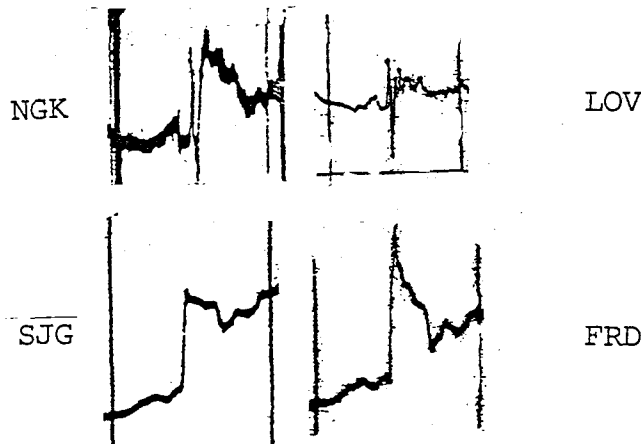
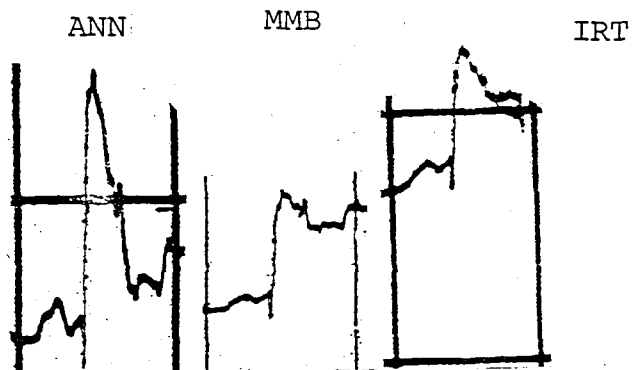
[第2図] 各エネルギー毎の微分フラックス。50 eV ~ 300 eV のエネルギー範囲の顕著な電子降下が見られる。

正の preliminary impulse を持つ SC の解釈について

黒木 徹 (京大理), 菊池 崇 (電研研), 永野 宏 (朝日大)

赤道列の地磁変動成分に正の PI (preliminary impulse) を持つ SC がしばしば観測される。この性質は下のように要約できる。

- (1) 正午と中心に 60~80% の確率で発生する。
- (2) 緯度が下ると正の PI の振幅が急激に小さくなる。
- (3) 赤道付近にも現れることがある。
- (4) San Juan でも正午と中心に出現するが活動性は顕著でない。
- (5) 昼側で正の PI が現れるとき夜側では鋭い上りの単純 SC が観測される。
- (6) 昼側中緯度帯の正の PI に対応してオーロラ帯では下向き擾乱が現れる。
- (7) equatorial enhancement はみられない。
- (8) この PI に伴う電場は昼側中緯度帯で南向きである。



この PI は波形分布からみると高緯度起源の電離層電流による PRI (preliminary reverse impulse) の counter part と解釈できそうであるが上記性質 (1) (8) は電離層電流ではよく上方から fast mode で伝播して来る圧縮波であることと示唆する。この矛盾とどう解決するか考えてみる。

図は 1979 年 3 月 22 日 0826 UT (CDAW-6 event) の SC を表す。アムステルダム (Annamalainagar, Memambetsu, Irkutsk) で PRI 型の SC*, ヌーメヤノ (Niemyz, Lovo) で正の PI 型の SC, プキリカ (San Juan, Fredericksburg) で単純 SC を示している。

Reference.

- 菊池・黒木 地球電磁気学会予稿集 p6 (1984 年秋)
 " " p8 (1985 春)
 黒木・菊池 " p59 (")

On the geomagnetic disturbance event of Feb. 5, 1985

Zheng Tirong, Shi Enqi

(Institute of Geophysics, Academia Sinica, Beijing, China)

During the first Chinese Antarctic expedition, a SSC geomagnetic storm was recorded in Feb. 5, 1985. The storm commencement recorded in King George Island together with that recorded in Beijing are shown in Fig. 1. Because of the differences in Latitudes and longitudes both morphology of the storms are not same.

From Kp index variation during July 1984-February 1985, it may be seen that there is a sequence of geomagnetic storms reoccurring eight times in the Bartels rotation from 2063 to 2070 cycles. However this SSC storm occurred in Feb. 5 is the last one of the sequence. It is also interesting to note the similar patterns as Compared with Stanford Solar magnetograms.

The activity level of the storm on Feb. 5 is not very strong but it lasts a longer period until Feb. 9.

Therefore it is worth analysing in detail this event summarizing all relevant Solar and geophysical data.

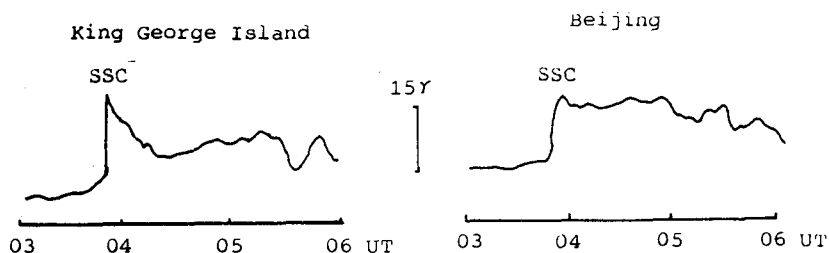


Fig. 1 SSC recorded in King George Island & Beijing on Feb. 5, 1985

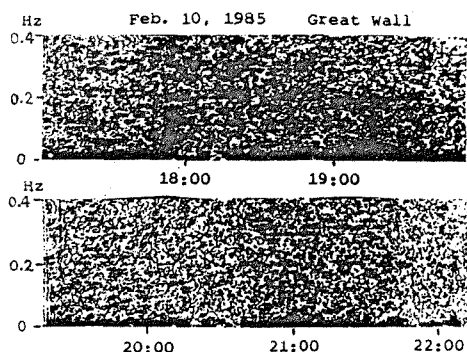
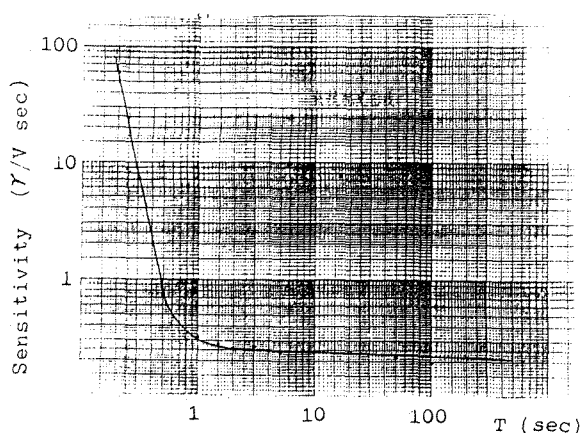
Xu BaoLian, Sun Wei, Yang Shao-fang

(Institute of Geophysics, Academia Sinica, Beijing, China)

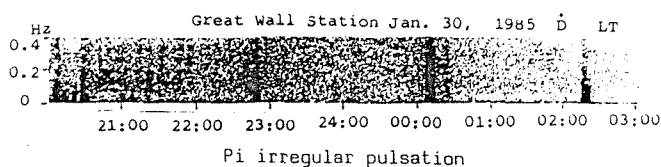
The Antarctic expedition of China took an experiment on the micropulsation observation during Jan—Feb. in 1985. The instruments for observing pulsation made by us, is a three components induction magnetometer. The sensor is constructed by a high- μ value core which has a length of 1m and diameter of 1 cm wound by a coil with 100,000 cycles. Recording system contains a preamplifier, mainamplifier, filter and slow-run cassette tape recorder. Whole system was calibrated with calibration coil method. The calibrated curve is shown in Fig. 1.

The experimental results supported that instruments are reliable to work in Antarctic weather condition. A lot of types of pulsations were recorded. They were processed using Computer and Sonagram. Some interesting results are obtained from dynamic spectrums of the geomagnetic pulsation. IN the analysing of fine structure of spectrum it is shown that there are some special forms of pulsation too, e.g. continuous emission with shorter periods etc (Fig. 2). They are very useful in the studies of the geomagnetic substorm in high latitudes and the interaction of the solar wind to geomagnetic field.

Fig. 1 Magnetometer Calibrated Curve



Harmonic structure of Pc pulsation



Continuous emission with shorter periods
and Pc regular pulsation

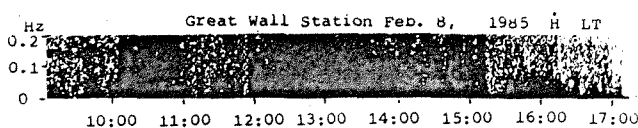


Fig. 2

STORM TIME Pc5 の発生特性

樋口知之, 国分 征 (東大 理)

☆☆ substorm 時に静止軌道上の人工衛星において、しばしば観測されるPc5, いわゆるstormtime Pc5と呼ばれる波について 多数の報告によりその性質が明らかになってきた。ただ その励起機構に関しては、種々の理論が提出されているが まだよく解っていないのが現状である。

波の解釈を促す事実として 西向き伝搬が知られているが、最近 Lin & Barfield (1985)らによる GOES3 GOES2のデータを使った STARE の結果と一致する報告がなされた。これらにより、午後側におけるイオンの西向きドリフトが波の励起及び伝搬解釈に重要となりつつある。

我々は、主にGOES3のデータから多数のevent に基づき スペクトル解析を行うことによって統計的にしっかりした波の偏波特性を昨年の春、秋の地球電気磁気学会において発表した。さらに ここにstorm timePc5の解釈を発生特性の面から補佐する解析結果を報告する。

(1) 夕方側になるに従って 波の周波数が高くなっている。これは Kremser(1982)の報告した out-of-phase あたる現象と思われる。(Fig. 1)

(2) 周波数と Local の磁場の強さの関係はresonanceによる解釈では無理である。つまり、周波数はshear な波によっては決定されていない。(Fig. 2)

(3) 磁場の圧縮性成分に動径方向成分の2倍の周波数を持つ波及び storm time Pc5からその波への遷移状態にあると思われる波の特長として

a. 磁場の強さが いわゆるstorm time Pc5より小さい (Fig. 3)

b. 継続時間が非常に短い(高々 4-5 cycles)

c. 発生が 3-5 LTに集中している (Fig. 4)

以上の事実は 夕方側のイオンの影響を強く示唆するものである。

Fig. 1

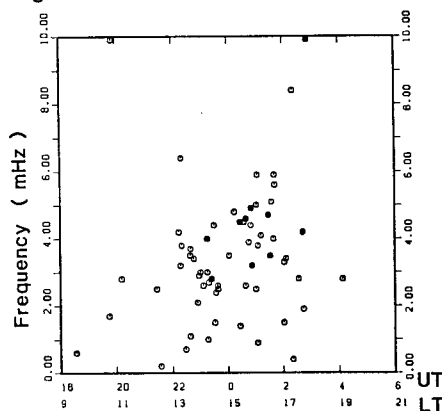


Fig. 3

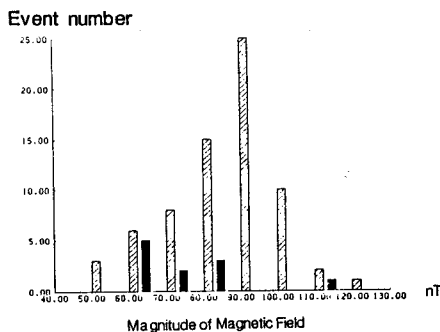


Fig. 2

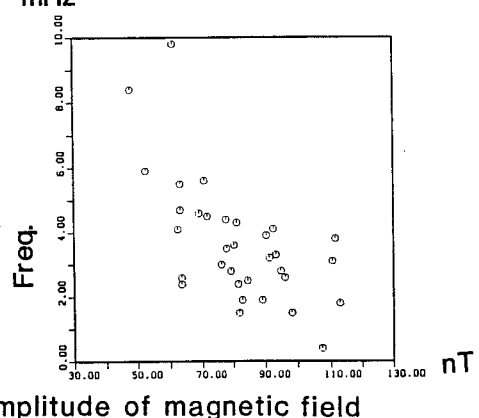
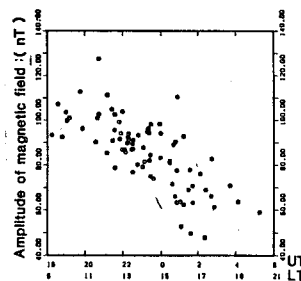


Fig. 4

黒丸 (Fig. 1, 4) 及び黒棒 (Fig. 3) は (3) の特徴を持つ波を示す



PC 3 MAGNETIC PULSATIONS OBSERVED AT VERY LOW LATITUDES ($|\phi| < 20^\circ$)

1. OBSERVATION

Takao Saito and Kiyohumi Yumoto
Onagawa Magnetic Observatory and Geophysical Institute
Tohoku University, Sendai 980 Japan

J.K. Chao and A.J. Chen
Department of Atmospheric Physics, National Central University
Chung-Li, Taiwan, Republic of China

M. Paradede and J. Soegijo
Indonesia National Institute of Aeronautics and Space,
Aerospace Research Center, Bandung, Indonesia

1. INTRODUCTION Low-latitude region is located at the deepest magnetosphere for ULF waves propagating from solar wind region towards the earth. The purpose of this paper is to report on a part of the results of the 3rd Oversea ULF Observation Project to study the unsolved propagation mechanism to low-latitude conjugate stations.

2. OBSERVATION The standardized rulfmeters were simultaneously set in May-June, 1983 as listed in Table 1. In order to study the low-latitude ULF waves at the conjugate stations, the observed data obtained in Japan, Taiwan, and Indonesia are partly used in this paper.

3. RESULTS Some of the observed and analyzed results are displayed in Fig. 1.

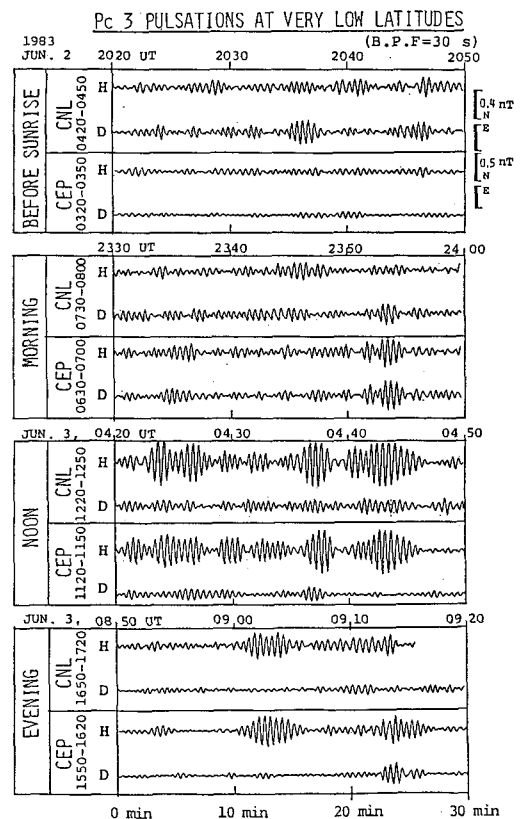


Fig. 1

Table 1

STATION	GEOGRAPHIC		GEOMAGNETIC		L
	LAT.	LONG.	LAT.	LONG.	
ONAGAWA	38.43N	141.48E	28.55	208.14	1.30
CONJUGATE P.	20.97S	139.30E	-28.55	208.14	1.30
CHUNG-LI	25.00N	121.17E	13.8	189.5	1.06
CEPU	7.13S	111.59E	-18.32	182.46	1.11
TOWNSVILLE	19.27S	146.78E	-28.10	220.63	1.29
BEVERIDGE	37.77S	145.08E	-46.61	222.28	2.12

PC 3 MAGNETIC PULSATIONS OBSERVED AT VERY LOW LATITUDES ($|\Phi| < 20^\circ$)

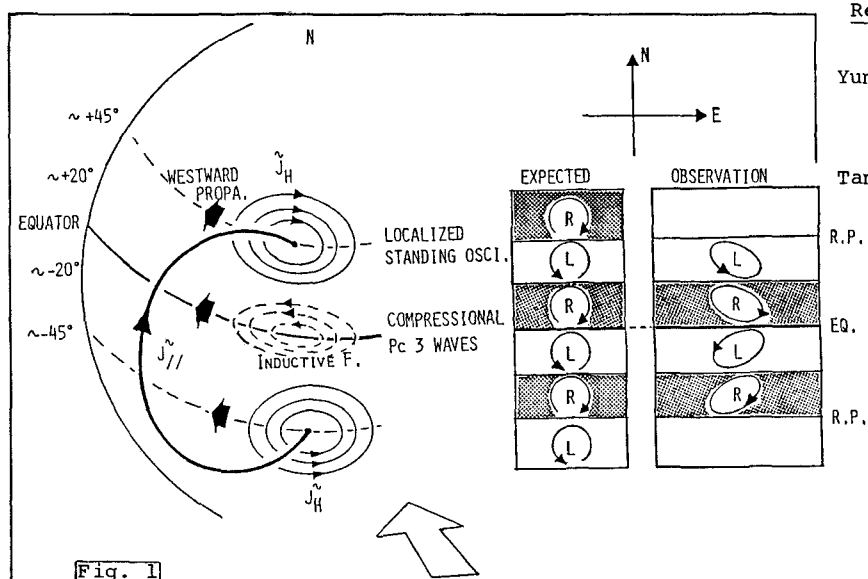
2. A POSSIBLE MODEL

Kiyohumi Yumoto and Takao Saito

Onagawa Magnetic Observatory & Geophysical Institute, Tohoku University, Sendai

Magnetic pulsation data obtained simultaneously at low-latitude northern and southern stations, Chung-Li ($\Phi = 13.8^\circ$, $\Lambda = 189.5^\circ$), Taiwan, and Cepu (-18.3° , 182.5°), Indonesia, are analyzed to clarify characteristics of low-latitude Pc 3 pulsations. Pc 3 amplitude with 20 min - 1 hour duration changes concurrently at the separated stations in the period from 0400 to 1700 local time (LT). Near local noon, Pc 3 amplitude at Cepu are slightly larger than those at Chung-Li, and Pc 3 wave packets with ~ 3 -5 min duration appear concurrently at the very low latitude ($|\Phi| < 20^\circ$). The polarization reversal across local noon can be some times detected at the northern and southern stations, i.e., predominantly right-handed (left-handed) in the morning and left-handed (right-handed) in the afternoon sector at Chung-Li (Cepu) in the northern (southern) hemisphere. The senses of Pc 3 polarizations at $|\Phi| \sim 10^\circ$ - 20° in magnetic latitude are found to be statistically opposite to those at $|\Phi| \sim 35^\circ$ conjugate stations [see Yumoto et al., 1985]. The polarization ellipse changes the major axis orientation from predominantly NW-SE (NE-SW) in the morning to predominantly NE-SW/NW-SE (NW-SE) in the afternoon in the northern (southern) hemisphere.

In order to explain the characteristics, we propose a possible model that Pc 3 pulsations at very low latitudes ($|\Phi| < 20^\circ$) can be produced by an ionospheric Pedersen eddy current induced by inductive electric field of compressional Pc 3 source waves [see Tamao, 1984], transversely propagating in the opposite azimuthal directions across the ambient magnetic field in the inner magnetosphere, and being filtered out through the very low-latitude ionosphere. Figure 1 shows a possible model for the ionospheric current systems associated with localized standing oscillations at $|\Phi| \sim 45^\circ$ and compressional waves at $|\Phi| < 20^\circ$ in the Pc 3 frequency range in the morning sector. Expected and observed Pc 3 polarizations are also illustrated in the left of the figure.



References

Yumoto et al., *J.G.R.*,
90, A12, 1985.

Tamao, T., *Proc. Conf.*
Achievements of
IMF, Graz, 1984.

赤道域ULFの研究(速報)

北村泰一^{*}, 立原裕司^{*}, 坂 翁介^{*}, 下泉政志^{*}小口 高^{**}, 荒木 徹^{***}^{*}九大理, ^{**}東大理, ^{***}京大理

昨年¹の予備調査の結果では

(1) P_2 が真夜中に日本の子午線 (135°E) 附近で発生した時、カメルーン (15°E , アフリカ, 午後4時頃) でも P_2 が観測され、しかもその位相は“初²のオーダー”で一致する。

(2) P_5 , P_6 級のULFも同じ(位相差がない)。

という“重要な”結果を得た。かくして我々は、 m をULFの東西方向の波数として“赤道域では、 P_2 , P_5 等に関して $m=0$ である”と結論づけた。

それに対し

“ $m=0$ は信じ難い。 $m=1$ ではないか (昭和60年秋の京都学会, 某教授)”

との批判をいただいた。

我々はこの批判にも拘れらず、 $m=0$ であることを強調するが、それを具体的に立証するため、今回の本観測では、予備観測におけるカメルーン、ボワンカヨーに加え、パラオ、インドの観測点を追加し、全赤道域に計4点の観測点を設けた。

このことにより、 $m=0$ か $m=1$ かの結着がつくと思われるが、意外なことから、この結論は1年程先でないと得られないかも知れない、ということになってきた。

話は少々学問から離れるが、海外調査の方法の今後あり方を考えるとき、従来のように日本人が海外に短期間カリラ的に滞在し、その期間中のみデータを取得するという方法では早晚ゆきづまると考えられる。そこで、長期にデータを取得するために、機器を或程度自動化、かつ規格化し、世界中の観測点に依頼してデータを取得するという、いわば“依託観測”が1つの形態として可能ではないかと考えられる。この際依託する先が

① 先進国 (その分野での)

② 中進国

③ 発展途上国

によって、かなり状況が異ってくる。先進国 (カナダ, アメリカ, ヨーロッパ等) や、まだ専門家のいない途上国 (カメルーン等) では問題は少ないだろうが、中進国 (例えばインド) では大変大きな問題を含むことがある。

中進国ではナショナリズムが強く、例えばインドの場合、インドの研究者を含まないような外国の学術調査隊の入国は困難である。インドの研究者を加えた“日印共同研究”の形態をとつてもいろいろな制約がある、我々の場合、

① 測定機器は日本から提供し、一定の年限のうちにインドに寄贈する。

② メインテナンスはインド側が受け持つがオリジナルデータはインド国外へは出さない

③ オリジナルデータをプロセスし、編集したものを日本側に渡す (つまり、インド側が内容のすべてを理解した上でなければデータを他国に出さない)。

④ オリジナルデータをプロセスするノウハウ (ハードとソフト) は、日本側からインド側へすべて提供する。

等という契約を結ばざるを得なかった。この結果、インドのデータが我々の手に入るのは、1年程先のことになるかもしれないという事態に陥った次第である。

この予稿は、パラオとインドでの仕事を終えた昭和60年12月、パリにて書いている。これからカメルーンに向け出発するのだが、カメルーンでも何事が発生するかわからない現状である。シンポジウムは、我々の帰国後、10日目位に開催されるので、ひょっとしたら学問的な話は出来ないかも知れない。

RECURRENCE OF SUBSTORM ACTIVITY

2. EFFECT OF ASSYMMETRIC DIFFERENTIAL ROTATION OF THE SOURCE SURFACE

Takao Saito

Onagawa Magnetic Observatory & Geophysical Institute

Tohoku University, Sendai 980

INTRODUCTION Motivation of the present paper is to clarify the mechanism why the recurrence of substorm changes its phase suddenly.

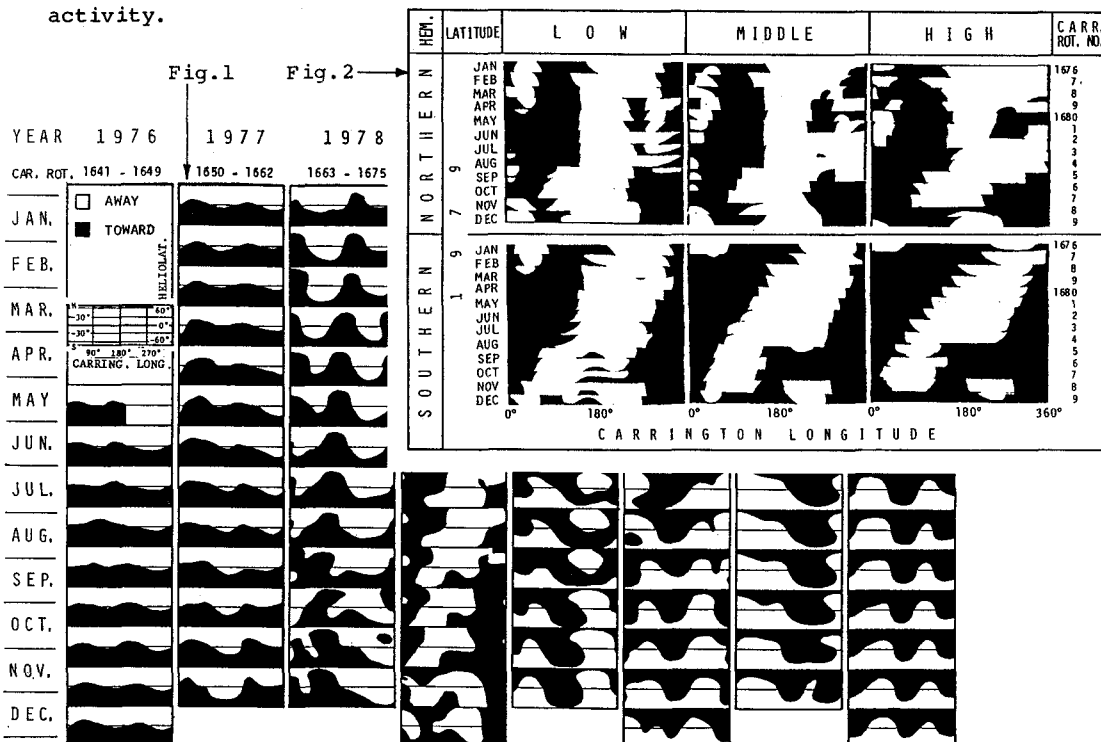
DATA The source-surface neutral line obtained by Hoeksema and compiled by Saito is basically used (Fig. 1).

METHOD OF ANALYSIS Chronological charts from 1976 to 1983 are made from the data.

RESULT A part of the result for 1979 is displayed in Fig. 2. The year is well-known as the period of the reversal of the heliopolar field.

CONCLUSION The following characteristics are derived from the result:

1. The source surface shows a quasi-rigid rotation.
2. The differential rotation is assymmetric with respect to the heliographic equator.
3. The twist of the sheet breeds a subcone sheet, which disappear within a few rotation.
4. The subcone tends to make the drastic shift of the recurrence phase of substorm activity.



ノルウェー・アイスランドにおける国際共同共役点大気球観測(AZCO-85)

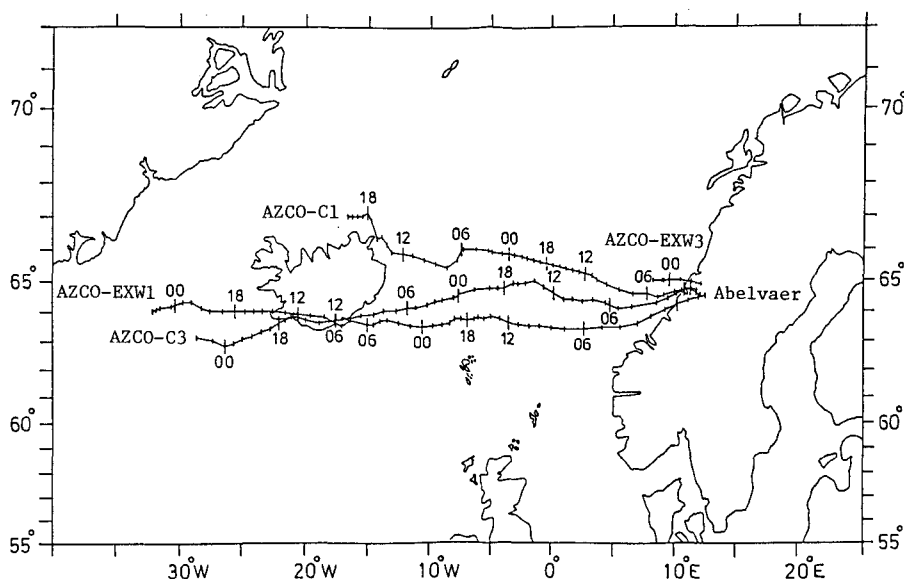
— 概要報告 —

宮岡 宏, 佐藤夏雄, 藤井良一(極地研), 太田茂雄, 山上隆正, 並木道義, 西村 純(宇宙研), 平島 洋, 村上浩之, 中本 淳(立教大), 荻田和男(拓殖大), 小玉正弘(山梨医大), I. B. IVERSEN(極地研外国人研究員/DSRI), S. ULLALAND(ベルゲン大)

国立極地研究所では, 1985年7月に昭和60年度の北極域における共役点観測プロジェクトの一環として, アイスランド国内3ヶ所における地上観測に加え, ノルウェー・アイスランド地域を中心とした国際共同大気球観測(AZCO-85)をノルウェーおよびデンマークの参加を得て実施した。

日本からは, VLF自然電波観測器, オーロラX線イメージング装置を搭載した大気球3機(AZCO-C1/C2/C3), またノルウェー側からはオーロラX線ならびにDC電場観測器を搭載した大気球3機(AZCO-EXW1/EXW2/EXW3)が用意され, これらをノルウェーのAbelvaer(64.77°N, 11.33°E)から放球し, AbelvaerならびにアイスランドのHusavikに設置したテレメータステーションにてデータ受信を行った。

放球した6機のうち, 浮力不足等の原因でレバルフライトに達しなかった気球を除き日本側2機, ノルウェー側1機の気球が予想通りアイスランド近傍を通過し, それぞれ約50時間にわたり, アイスランド・ノルウェーならびに昭和基地における地上観測との長時間同時観測に成功した。第1図にそれぞれの気球の航跡図を示す。なお, これらの気球位置の追跡は, アルゴシステムを用いて行われた。3機の気球の飛行観測中には, 特に大きな地磁気擾乱には恵まれなかったが, それらに数回のサアストームに遭遇し, それらに伴うX線, VLF電波ならびにDC電場の変動現象を捉えることに成功した。ここでは, 気球実験の経過, 気球飛行時の地上観測データならびに気球観測データのpreliminaryな解析結果を中心に概要報告する。



第1図 AZCO-85における気球飛行経路。
図中の目盛は, 1時間毎の位置を示す。

RESULTS FROM THE AZCO BALLOON CAMPAIGN IN 1985

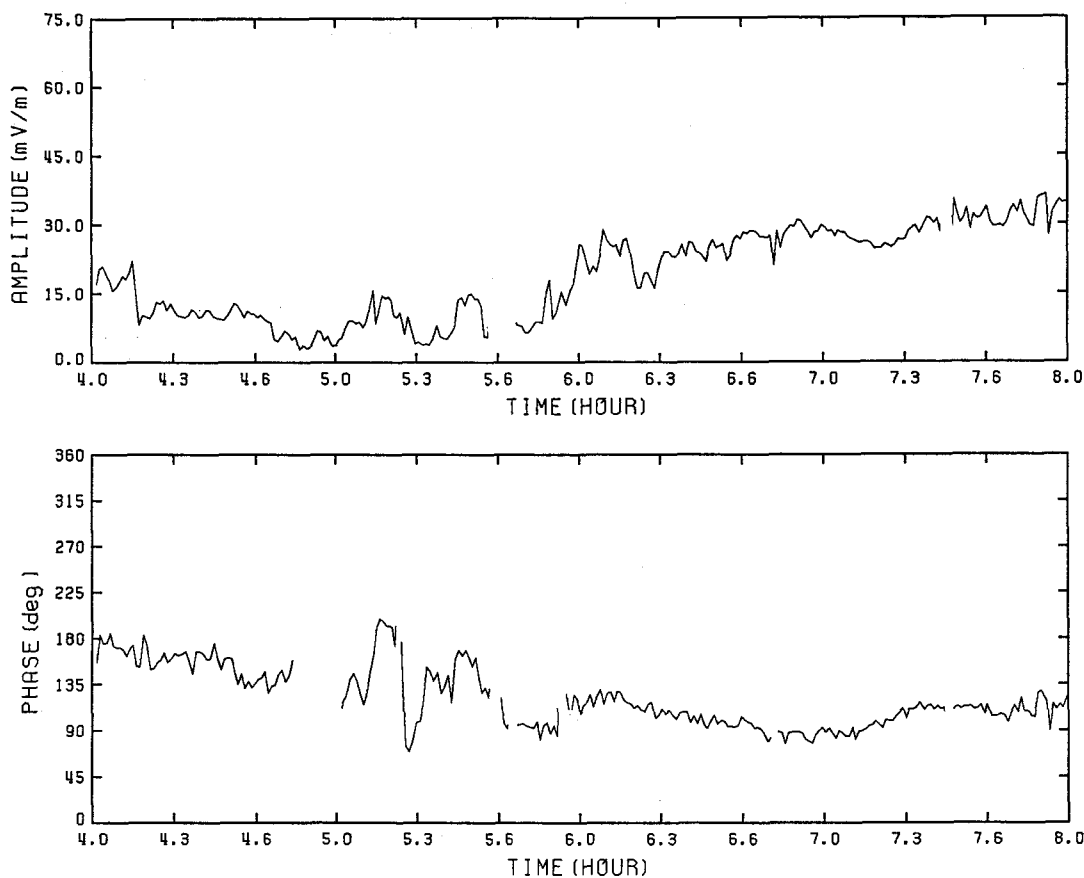
Iversen, I.B. (極地研・外国人研究員 (デンマーク宇宙研))

藤井 良一, 佐藤 夏雄, 宮岡 宏, (極地研), S.Ullaland (ベルゲン大)

In July 1985 a joint Japanese-Danish-Norwegian balloon campaign for auroral zone conjugate observations (AZCO) was carried out. The campaign was supported by measurements at Japanese geophysical stations in Iceland and in the Antarctic. The instrumentation on the ground included magnetometers, riometers and VLF detectors in both conjugate areas and also ionospheric backscatter radar and auroral monitors in the south. The balloons were equipped with detectors for X rays, electric fields and VLF electromagnetic emissions.

This report is preliminary for the geomagnetic conjugacy as the Antarctic data is not yet available. Only when all data are combined a more thoroughly evaluation will be possible. The data sets obtained during the flights contain information about phenomena such as substorms, auroral electrojets and pc 5 pulsations.

The figure shows a sample from the balloon electric field measurement covering four hours when the balloon was drifting southeast of Iceland at $L=5.7$. The upper panel shows the electric field amplitude and the lower panel shows the electric field direction measured from geographic north through east. Some intensity modulation in the pc 5 range is seen around 6 UT and it can be noticed that the field consistently is oriented in a southern direction.



1985年度北極域におけるオーロラX線の気球観測 (I)

小玉正弘(山梨医大), 太田茂雄, 山上隆正, 並木道義, 西村 純(宇宙研)

平島 洋, 奥平清昭, 村上浩之(立教大), 佐藤夏雄, 宮岡 宏, 藤井良一(極地研)

日本・ノルウェー国際協同観測の一環として, 1985年7月にAZCO*計画が実施された。ノルウェーのAbelbar から日本側, ノルウェー側それぞれ3杆ずつのオーロラX線, VLFおよび電場同時観測用気球を放球し, アイスランド上空を目指して48時間以上の長時間観測を狙った。その目的は, (1) X線, VLF同時観測による波動-粒子相互作用, (2) X線イメージング, (3) 昭和基地観測データとの共役性, に大別できる。

(3) を実現するためにはアイスランド上空での観測が不可欠であり, このため夏季の東風を利用した洋上飛行が採用された。下表に各フライトにおける測定器仕様と飛行結果を示す。フライト名Cは日本側, EXW はノルウェー側のパイロードである。

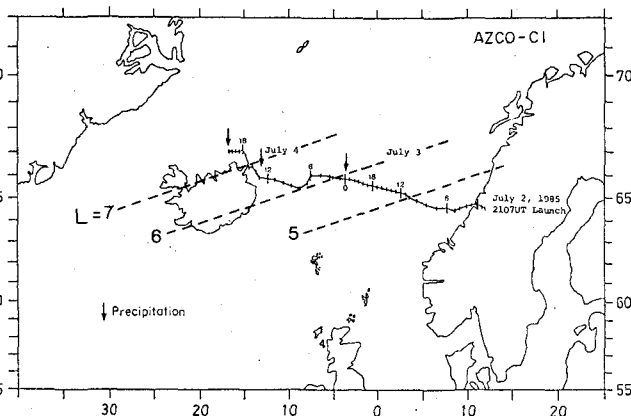


図 1

われわれはC1とC3によって長時間データを取ることができたが, data reductionはまだ未了であり一部の結果についてのみ速報する。

フライトC1搭載のX線測定器は視野角35°のNaIカウンタ3本をそれぞれ天頂から17.5°傾

フライト名	測定器	放球	fade-out	観測時間	備考
AZCO-C1	3管式X, VLF	2d 2107 UT	4d 2211 UT	49.0 時間	
AZCO-C2	〃	11d 2116	12d 0037	3.4	浮力不足, 1回はカット-記録作
AZCO-C3	8管式X, X-imager, VLF	5d 2117	8d 0049	51.5	
AZCO-EXW1	X, VLF, 電場	4d 1954	6d 2233	50.6	
AZCO-EXW2	〃	6d	-	-	浮力不足, 3時間後に回収
AZCO-EXW3	〃	10d 1428	10d 1930	5.0	Ceiling 到達後下降

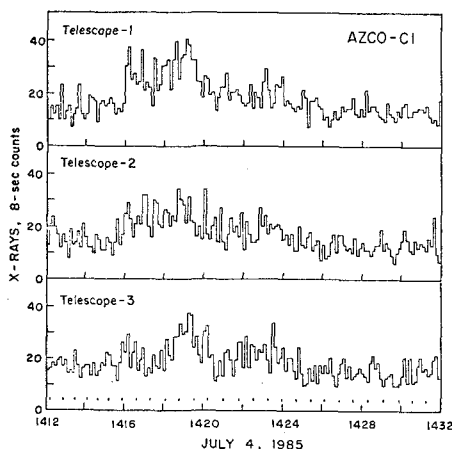


図 2

け, 互いに120°間隔方位に向けたもので, 異なる4エネルギーチャンネルを持つ。図1は全体の飛行コースで矢印は粒子降下のあった地点を示す。しかしその擾乱の程度はあまり大きくなく, 図2(22-35 keV)の例に示すように最低エネルギー帯でもバックグラウンドの数倍程度にとどまった。ただし, 約1.5 rpmの Gondola 自転(最下端の点はその周期を示す)に伴う周期変化は見えるので, より細かい時間分解能のデータによりある程度のイメージングは可能である。

* Auroral Zone Conjugate Observations 参加機関: 極地研, 宇宙研, 立教大, 山梨医大, 拓殖大
Andoya ロケット基地, ノルウェー宇宙局, ベルゲン大, オスロ大, オランダ宇宙研

1985年度北極域におけるオーロラX線の気球観測(II)

平島 洋, 村上浩之, 中本 淳, 奥平清昭, 鈴木裕武(立教大), 並木道義,
西村 純, 太田茂雄, 山上隆正(宇宙研), 藤井良一, 宮岡 宏, 佐藤夏雄(極地研),
小玉正弘(山梨医大)

極地研プロジェクトで北米諸国との国際協力として AZCO (Auroral Zone Conjugate Observations) 観測が行われているが, その一環として, 1985年12月ルウエーからアイスランドにかけて飛揚された気球により, オーロラX線の観測が行われた(観測の項目, 気球フライト状況については, 前巻の同テーマ(I)を参照)。

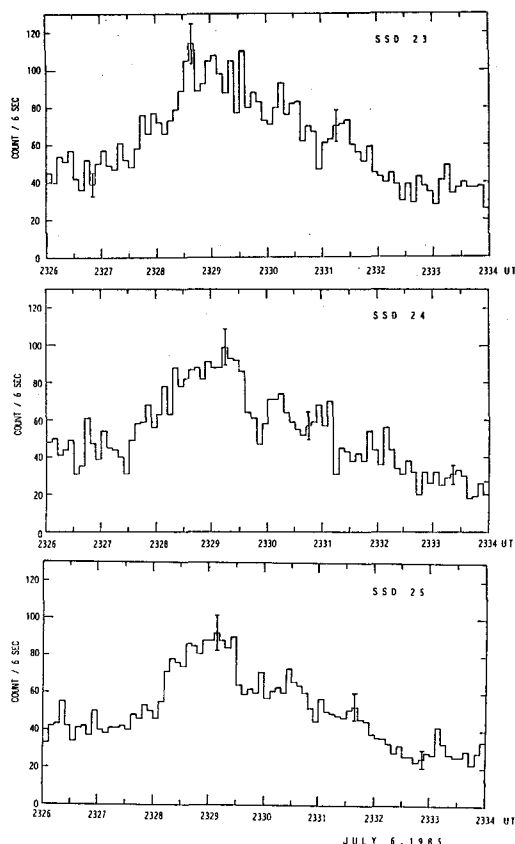
気球 AZCO-C3 にはオーロラX線の観測機器として二種類のオーロラX線空間分布観測器が搭載された。一つは $\text{Si}(\text{Li})$ 半導体検出器(SSD)によるX線イメージング観測器であり, $18\text{mm} \times 18\text{mm} \times 5\text{mm}$ の $\text{Si}(\text{Li})$ を用い 5×5 pixels のマトリックス型に配列したX線イメージング観測器である。もう一つ

は $1.5'' \phi \times 3\text{mm}$ の $\text{NaI}(\text{Tl})$ シンチレータを8個用い, ゴンドラの回転を利用して空間をスキャンする8管式X線観測器である。いずれもピンホール型コリメーターを用いた。前者は測定エネルギー範囲 $37 \sim 200\text{keV}$, 角分解能 15° , 全視野角 62° である。後者は測定エネルギー範囲 22keV 以上, 角分解能 15° , 全視野角 116° である。

July 6 の 2329 UT 頃に $\text{Si}(\text{Li})$ 半導体イメージング観測器, および8管式 $\text{NaI}(\text{Tl})$ シンチレーション・カウンターでカウントの増加が見られた。アイスランドの Isafjorden ($L=7.0$) で UHF, CNA, VLF, 地磁気の観測が行われている。上述の, カウントが増加した時刻に気球の位置はアイスランドの東方海上約 280km にあって, その点は $L=5.2$ である。

現在 data 解析が進行中であるが, 特色あるオーロラX線イメージング観測器である $\text{Si}(\text{Li})$ 半導体検出器による観測データの一部, 図に示した。マトリックス配列番号として 23, 24, 25 の位置にある3個の半導体検出器(SSD)について6秒間集積したカウントの時間変化を示した。2329 UT の前後で全体として増加しているが, 個々の半導体検出器で時間変化の仕方に違いがあるのが興味深い。

詳しい data 解析は現在進行中である。



P P B計画における放射環境の観測について

西村 純 秋山弘光 粕 豊 他宇宙研気球グループ

1) はじめに

ゼロプレッシャー気球で南極上空を周回するポーラーパトロール気球については、この2、3年かなりくわしい検討がつかさねられてきた。その結果気球の放球時期としては極地の夏期（11月末より1月中旬）が適当であると結論されている。この場合1周に要する日数は気球高度によって若干の変動はあるものの、約20日間程度と考えられている。

極地の夏期は日没がないので、いわゆる日没補償のバラスト投下は不要である。しかし上空でのふく射量は地上の反射条件や雲の有無によって変わるので、バラストの投下が必要になってくる。一日平均1%以下の投下ですめば比較的問題はないが、これ以上になると全バラスト量の重量が問題となってくる。

今回気球高度におけるふく射環境を調べるために、気球にふく射計を搭載し三陸において観測を行った。これは極地上空のふく射環境を測定することを想定して行った予備実験であり、ポーラーパトロール気球に搭載し長時間周回のための基礎データを得たいと考えている。

2) バラスト投下と気球高度でのふく射環境

水平浮遊中の気球内ガスはふく射環境により温度が変化する。温度の変化にともなう浮力が変化するので、気球の高度を一定に保とうとすればバラストの投下が必要となる。

気球のガス温度をきめる要素は、太陽光、アルベド、赤外ふく射、大気との対流である。20 μ 厚の気球皮膜のポリエチレンの吸収係数は $E_{IR}=0.19$ 、 $E_{vis}=0.05$ 程度であるので、気球の全表面で平均すると、

太陽光+アルベド	: 20 W/M ²
赤外ふく射	: 20 W/M ²
大気との対流	: 0.5 W/M ²

程度と推定することができる。つまりふく射の変動で気球ガス温度は決定されることになる。

気球高度でのふく射環境についてはNOAA等による観測があり、1日平均値のデータはすでに報告されている。主として海、陸等による地形の変動による影響が観測されている。雲の出現等によるより短時間のふく射変動などもふくめてふく射環境を知るためには、気球による直接観測が望ましいことになる。

極地での観測に先がけて、放射計を搭載して三陸で気球の実験を行った。搭載した放射計は入射ふく射を白金黒に受け熱に変換して、温度上昇を熱電対で検出する型のものである。仕様は表1に示した。昭和60年5月30日に放球した気球は41時間にわたって大洋および陸上空を浮遊しこの間ふく射の変動を観測することに成功した。雲の出現にともなう赤外ふく射の変動も観測できた。P.P.B.の観測に大分使用できるもので第1回の観測に搭載し気球浮遊に必要な基礎データを得ることができると考えている。

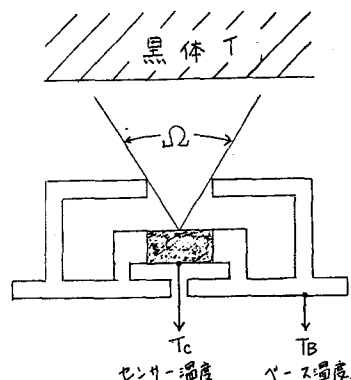
文献1) 西村 1984『ポーラーパトロールバルーンの開発と利用技術』 文献2) 山中 1984『ポーラーパトロールバルーンの開発と利用技術』P.3 文献3) 山内 他 1984『衛星および地上での放射観測値比較の試み』

表 1

型 名	LP-111S
感 度	min 10mv/mw
時定数	45msec
抵 抗	2 \pm 1k Ω
受光径	1.6mm ϕ
接点数	22
指向特性	70degree

図 1

薄膜サーモパイルセンサー (ニッコン社製)



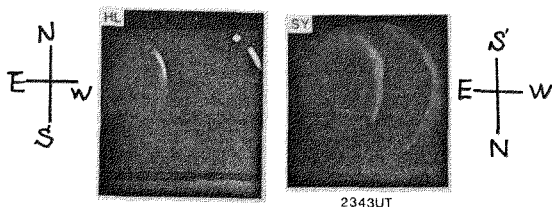
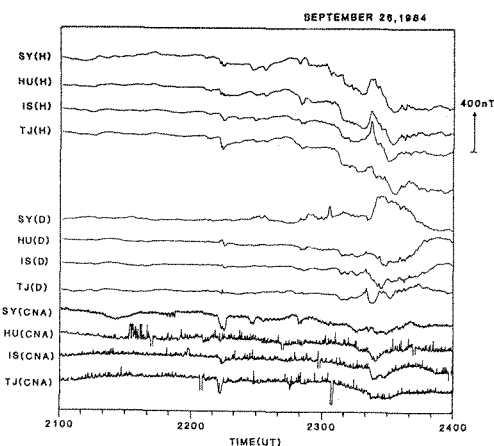
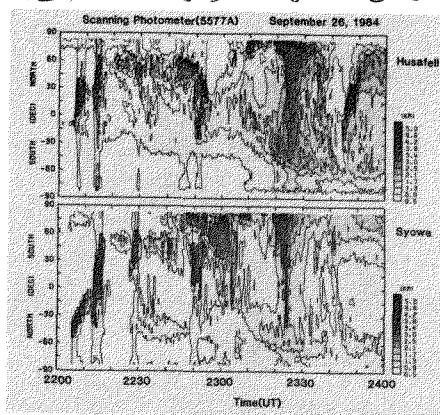
5577 Å オーロラの共役性

佐藤寛雄, 藤井良一, 小野高幸, 福西浩, 平澤威男 (極地研)
 荒木橋 (弘前大), 岡分征 (東大理), 巻田和男 (拓殖大), Th. Saemundsson

1984年の8-9月に、オーロラの集中観測と観測基地とアイスランドの Husafell において実施した。この期間中、約4月10、15時間の同時観測データを収録することができた。ここでは、特に観測条件の良かった9月26日 event について、5577 Å 掃天フォトメータ、全天カメラ、地磁気、リオメータデータを用いての可視オーロラの共役性の解析結果を示す。

図1に観測基地とアイスランド国内3点で観測された地磁気H、D成分、リオメータデータを示す。また、図2に、5577 Å 掃天フォトメータの時間-空間分布図を示した。9月26日 event に関して、全天カメラデータとも比較することにより、次の特徴が明らかになった。

- (1) オーロラ breakup の開始時刻は南北半球でほぼ同時である。しかし、poleward expansion 等の動きは同じではない。
- (2) オーロラの出現領域は Syowa の方が Husafell より低緯度側に出現する。この出現緯度の差は CNA データでも明らかで、Syowa の CNA は Husafell よりも Isafjördur に似ている。
- (3) 片半球で東西方向に発達したオーロラが出現しているのに、反対半球では非常に弱い場合がある。この区間(時間帯)では、地磁気H成分は大きく共役点で似ているが、D成分に大きな差が認められる。
- (4) 全天カメラデータから、孤立した N-S アークは Syowa が西方向にズレて観測された。但し、発達した東西アークについては、1対1に対応づけることが困難な場合がほとんどである。



(図1)

プロトンオーロラの共役性

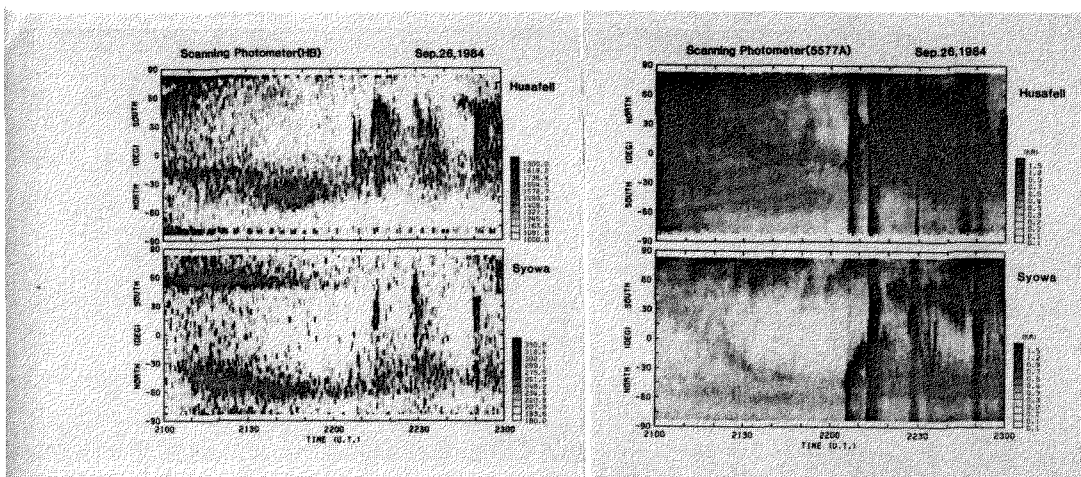
佐藤寛雄, 藤井良一, 小野高幸, 福西浩, 平澤威男 (極地研)

荒木高 (弘前大), 岡分征 (東大理), 巻田和男 (拓殖大), Th. Saemundsson (アイスランド)

オーロラの共役性の研究に関しては、可視(3) Breakup にもなつて出現する H β オーロラは全天カメラデータを用いての報告は Husafell の方が強い。
以前にあるが、プロトンオーロラ(H β)の共役性(4) Breakup 以前に equatorward に出現する H β オーロラにとりなつて、非常に強い 5577Å diffuse オーロラが現われる。しかし、このオーロラは高緯度側に出現する 5577Å diffuse オーロラにみえる H β オーロラは認められない。
南緯の観測基地とアイスランドの Husafell において、掃天フォトメータ(5577Å, H β)による同時観測を 1984 年の 8-9 月に実施した。この期間中で、天候、地磁気活動、月齢等の条件が良かった 9 月 26 日 event を主に解析した。図 1, 2 に、この日の 5577Å と H β オーロラの時間-空間分布図を示す。この event の特徴として、以下の事が明らかになった。
(5) 5577Å オーロラ共役性が全くない領域、時間帯では、H β オーロラも共役性がない。
(6) Pulsating オーロラ(電圧オーロラ)の出現領域では、両半球ともに H β オーロラが強い。

- (1) オーロラ breakup 以前に equatorward に長時間連続して出現する H β オーロラは、共役性が認められる。しかし、発生領域の南北差は、5577Å オーロラと同様に Syowa の方が低緯度側に出現する。
- (2) Breakup 以前に poleward に長時間出現する H β オーロラは、概して、共役性が悪い場合が多い。相対強度は equatorward に出現する H β オーロラでは Syowa の方が強い。

以上のことから、H β オーロラの共役性に関しては、Auroral breakup の前と後及び低緯度側と高緯度側とで、H β オーロラは異なる振舞を南半球と北半球ですることが明らかになった。



動き及び構造から見た Quiet 及び

Active Arc の共役性

藤井 良一、佐藤 夏雄、福西 浩、小野 高幸、平澤 威男(極地研)
 国分 征(東大理)、荒木 喬(弘前大教育)、P. Sæmundsson (アイスランド大)

極地研究所では1983年より昭和基地の地 解析の結果以下のような点が見い出された。
 磁気共役点であるアイスランドの3観測地点

(フッサフェル、イーサフォルズル、フサビーク)に於いてオーロラ光学観測を含む超高度観測を実施してきている。本講演では、昭和基地とその共役点にあたるフッサフェルで得られた全天テレビカメラデータを用いて地磁気静穏時の比較的動きの少ないアーク状オーロラとLocalなオーロラのenhancementに伴う動きの激しいオーロラについての共役性について報告する。

使用したデータは両共役点に於いて晴天でかつ月光による影響のない1984年9月26日22:00~22:20までのオーロラ画像データである。この期間22:05 UTに両共役点附近でlocalなオーロラのenhancement(地磁気H成分 ~ 50 nT)が起り、それまで動きのなかったアーク状オーロラは形状を変化させ乍ら光強度を増しかつ東西方向の動きが見られた。

1) Quiet arc :

- 片半球にアークがある場合それに対応するアークが他半球に存在する。
- しかし、アーク内のRay構造については必ずしも共役性はない。

このことは、アークの源は磁気圏に共通にあるが、アーク内のRay等の細かい構造を決めているのは共通ではなく、Localなものであることを示唆している。

2) Active arc :

Quiet arcがlocalなenhancementを生じるタイミングは両共役点では必ずしも同時ではない。更にvortex構造等も同期して生じるものではない。この両半球におけるオーロラの挙動の差異は、Quiet arcと同様、オーロラ粒子の加速の一部が磁気赤道面と電離層の間で起こされ、南北で必ずしも同一、又は同時ではないことを示していると思われる。

パルセーティングオーロラの共役性

藤井 良一・佐藤 愛雄・福西 浩・小野 高幸・平澤 威男(極地研)
 国分 征(東大・理)、荒木 喬(弘前大・教育)、b. Sæmundsson(アイスランド大)

極地研究所では1983年より昭和基地・フッサフェル(アイスランド)を中心とする共役点観測を実施してきている。アイスランドには昭和基地の地磁気共役点にあたるフッサフェル及びみずほ基地、マラジョーギナヤ基地に対応するイーサフォルズル、フサビーワに観測拠点を設置し、地磁気・地磁気脈動・VLF自然電波・宇宙雑音吸収及びオーロラ光学観測を行っている。特にフッサフェル観測点はオーロラ光学観測も含め昭和基地とほぼ同等の観測を実施している。

本講演では、昭和基地・フッサフェル地磁気共役対で得られたオーロラ画像を用いて、パルセーティングオーロラの形態及び時間発展からみた共役性について発表する。用いられたデータはフッサフェルでは全天高感度SITテレビカメラデータ(30画像/秒、パンクロ、ビデオテープレコーダ収録)、昭和基地に於いては全天高感度CCDテレビカメラデータ(2画像/秒、0.5秒積分画像、557nmフィルター使用、PCM収録)である。解析されたデータは1984年9月26日23時30分近辺に出現した、安定した形状を数分程度保つ、パルセーティングオーロラのデータで、パッチ状オーロラ(タイプAと呼ぶ)及び比較的変動の少ないオーロラ部分からある間隔をおいて角状に延び出すタイプのオーロラ(タイプBと呼ぶ)が多数同時に観測された。

解析の結果、以下のような特性が明らかになった。

- 1) 両共役点に於けるパルセーティングオーロラの形態は、両半球における出現タイミングを考慮に入れなければ良い共役性がある。即ち片半球において観測されたパルセーティングオーロラは他半球においても対応するパルセーティングオーロラが観測される。

- 2) 両半球に於ける各々対応するパルセーティングオーロラの出現のタイミングという観点からみると、

- i) タイプA(パッチ状)オーロラは両半球ほぼ同時に出現・消滅する。
- ii) タイプBオーロラは両半球で必ずしも同期しては出現・消滅はせず、むしろ片半球で出現した時は、対応するパルセーティングオーロラは他半球では消滅している傾向がある。(図1参照)

- 3) タイプA・タイプBオーロラは互いに100 km程度離れた所に共存しており、(3-i)、(3-ii)のような特性は同時に生起している。タイプAの出現特性(3-i)は従来から考えられているパルセーティングオーロラの発生機構と矛盾しないが、タイプBの出現特性(3-ii)を説明する発生機構は未だないので、更に詳細にタイプBの特性を調べていく必要がある。

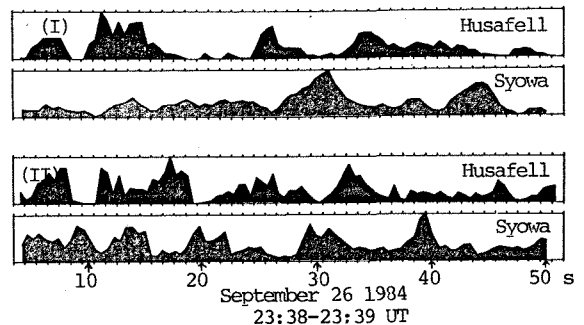


図1: タイプB型パルセーティングオーロラの昭和・アイスランド観測点における出現の様子。(I),(II)は各々別々のB型オーロラを示す。横軸は時間を、縦軸は各々のオーロラの空間的広がり(面積)を示す。

P₂型脈動とオーロラ

— 共役性 —

桜井 亨, 利根川 豊, 佐藤 豊雄, 藤井 良一, 共役点観測 70-70
(東海大) (東海大) (理地研) (理地研)

南極、昭和基地 (Sy) と Iceland の Husafell (Hu), Tjörnes (Tj), Isafjörður (Is) の3点における南北共役点観測データを使用し、substormに伴うP₂型波動の共役性およびその共役性のオーロラのダイナミクスとの関連について検討した。扱ったsubstormは1984年9月26日2205から2248 UTの間に連続して起った4個のindividual onsetを伴ったmultiple onset substormで、夫々のonsetにauroraのbreakupおよびP₂型波動が伴って起った。このP₂の波動特性について次の事柄が明らかになった。

- (1) 偏波特性: 最初のP₂ (2205 UT) で Sy-Hu の共役性か他の Sy-Tj, Sy-Is より最もよく、substormの発達に伴い共役性が悪くなる。偏波特性から規則的な共役点の移動は出て来ない。
- (2) 位相特性: 南北共役点でのH, D両成分の位相差からP₂の振動の特徴を調べた。最初のP₂ (2205 UT) では Sy-Hu, Sy-Tj, Sy-Is の3点共H同相、D逆相が明瞭であったが、引き続きたP₂ ではこの関係が保たれなかった。
- (3) 振幅特性: 夫々のauroraのbreakupに近い点で振幅最大、Iceland 3点での緯度差は1.67と極めて小さいが、振幅最大の点は最初低緯度側、次に高緯度側へと移動した。
- (4) 周期特性: 各点共、大略、substormの発達に伴って、短周期へと変化した。SyとHuでの周期にsystematicな違いがあった。SyでHuより長い周期であった。2点での周期共substormの発達に伴って、同様の周期変動を示し、長周期から短周期へと変化した。

結果の大略は以上であるが、これらの事柄から次の事柄が示唆されよう。

- (a) P₂は基本的に磁力線の基準振動で、奇数波の特性を示す。しかし、この基本的性質はsubstormの発達につれて崩れて来る。
- (b) P₂とAuroraのbreakupとは今回の一連のauroraの様に比較的規模の小さなauroraに対しても密接な関係がある。auroraの強度最大の領域でP₂の振幅も最大であること。この対応から、auroraの移動と共に移動すること。
- (c) 一連のmulti-onset substormでP₂の周期が短周期へと変化した。この事とauroraのbreakupの低緯度から高緯度へ移動(この事は一見矛盾している。しかし、auroraの経度的移動とsubstorm発達に伴う磁力線構造の変化(例として"tail-like" or "dipole-like"の磁力線構造の変化) 更には低エネルギー粒子密度のsubstorm変化等を考慮すると説明可能であろう。
- (d) P₂の周期がSyよりHuで短周期であることに就いては SyとHuでの磁場強度、即ち Sy ($B_T = 44.520 \text{ nT}$), Hu ($B_T = 51.511 \text{ nT}$), 夫々の点、共役点、Syの共役点 64.85N, Huの共役点 -69.07(S) の実際の天々の緯度より高緯度に位置している事を考慮すると説明出来る。この事はaurora (2200~2300間の Sy, Huのscanning photometer) の記録から Sy 側 Huより、より低緯度側で activity の強まりがある事と符合している。

総じて、P₂のactivityは南北両共役点で一致しているが、その波動特性等詳細はsubstormの発達にも関連して共役性は維持されない傾向がある。

共役点でのSCとPscについて

永野 宏、荒木 徹、家森 俊彦、福西 浩、佐藤 夏雄、鮎川 勝
(朝日大) (京大理) (京大理) (極地研) (極地研) (極地研)

1984年9月より1985年1月迄にSyowa を求め2共役点での特性を報告する。

Station で得られた1秒値磁場データとIceland の3観測点で得られた2秒値磁場データとを用いて、同時観測されたSCとPscとについて調べた結果を報告する。調べた期間中に有効なデータがあったSC eventの数は、7個であった。図1は、1984年10月25日 UT 2126 に起ったSC に対する H, D, Z 3成分の magnetogram である。H成分は Syowa と Iceland の Isafjörður, Tjörnes と同相であるが、D成分は Syowa と Iceland の2点とは逆相であることが見られる。また、Z成分では Iceland のそれぞれ距離が近い2点 (約280 km) で逆相になっていることが特徴的に見られる。図2はそれぞれの観測点での SC vector の hodogram を示している。Syowa の H-D, D-Z, Z-H 面での hodogram はそれぞれ Z, H, D 軸から見たものであり、Iceland の2点での hodogram はそれぞれ -Z, -H, -D 軸から見たものである。H-D面での polarization は Syowa では clockwise であるが、Iceland の2点では counter clockwise であることが分かる。D-Z, Z-H 面での polarization は Syowa と Tjörnes とは同じ向きであるが Isafjörður ではこれらと逆向きであることが分かる。

H-D面での polarization に対するこの結果と北米大陸の IMS network からの磁場データを用いての統計的解析から得られた結果とを照らし合わせると、磁気圏の中を伝播していく impulsive wave の波面に沿って生じる dusk-to-dawn 電場が南北両極域電離層に磁力線に沿って伝達され、twin vortex type の電離層電流が生じ、この vortex が正午から朝方側または夕方側に移動していく時の磁場変動をもって共役点での SC 磁場変化は説明可能であることが分かる。他の SC の例についても報告し、また、SC に伴って生じる地磁気脈動 Psc についても polarization や power spectrum

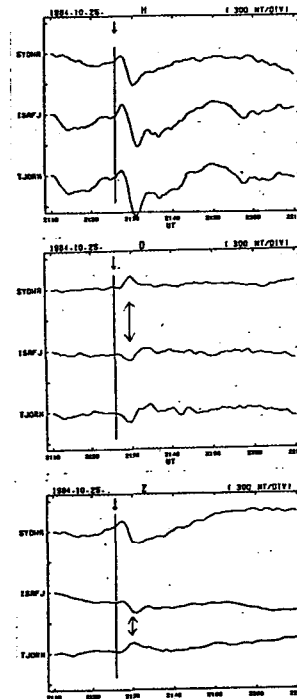


図 1

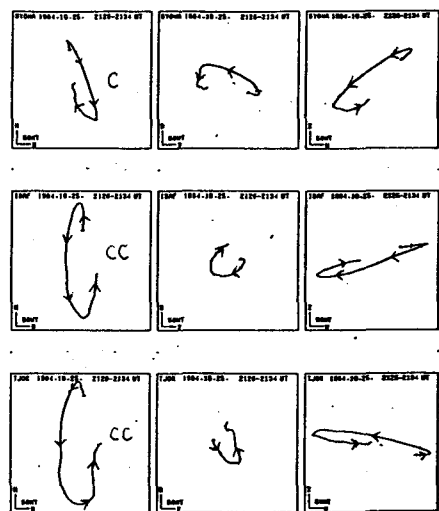


図 2

共役点観測による P_g 脈動の振動モード利根川 豊・佐藤 夏雄・福西 浩・共役点観測グループ
(東海大・工) (極地研)

P_g 脈動は他の長周期脈動に比べ極めて低い高い周期 ~ 100 秒の地磁気変動現象で、また共役点での同時観測例、多点観測による振動、偏波特性等は、 P_g 脈動が磁気線共鳴振動である事を明確に示している。ところが、その定在波の振動モードに関しては odd mode, even mode の両論に全く分かれており、その不確定さ故に P_g 脈動の発生機構も明らかでない。例えば高エネルギー粒子と波の bounce resonance を発生機構として結論した論文は少なくないが、もし P_g が odd mode の振動であった場合この結論は否定されてしまう。

磁気線共鳴の振動モードを決定するには衛星による磁場、電場、粒子の同時観測によるのが理想的であるが、 P_g 脈動の場合その空間スケールが(特に緯度方向に)狭く、通常静止軌道 ($L=6.6$) より低緯度側で発生する事などにより、今までそのような観測例は報告されていない。他の有力な手段としては共役点間の位相解析による振動モード決定が考えられるが、この場合共役点のずれによる位相変化を十分に考慮する必要がある。

今回我々は、南極昭和基地とその共役点附近に位置するアイスランド内3点で同時観測された P_g の位相解析を行い、 P_g の伝播特性と共役点のずれを考慮した振動モード決定を試みた。まずアイスランド内3点間の P_g の位相差 $\Delta\varphi_{i,j}$ を用い次式により P_g の波数 \vec{k} (k_x, k_y ; 単位経度、緯度あたりの位相差) を求める。

$$\begin{bmatrix} \Delta x_{1,2} & \Delta y_{1,2} \\ \Delta x_{1,3} & \Delta y_{1,3} \\ \Delta x_{2,3} & \Delta y_{2,3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} k_x \\ k_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta\varphi_{12} \\ \Delta\varphi_{13} \\ \Delta\varphi_{23} \end{bmatrix} \quad (1)$$

ここで $\Delta x_{i,j}$, $\Delta y_{i,j}$ は観測点 (i,j) 間の磁気経度、緯度差で、 k_x はいわゆる m number に相当する。波数 \vec{k} は H, D 成分に対し独

立に求まるので、この波数と共役点間(昭和とアイスランド各観測点間)の位相差より、昭和の共役点位置(磁気経度 X , 緯度 Y) が次式より求まる。

$$\begin{bmatrix} k_{xH} & k_{yH} \\ k_{x0} & k_{y0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X - x_i \\ Y - y_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta\varphi_{Hi} + \alpha \\ \Delta\varphi_{Di} + \beta \end{bmatrix} \quad (2)$$

x_i, y_i はアイスランド内に観測点 ($i=1,2,3$) の磁気経度、緯度、 $\Delta\varphi_{Hi}, \Delta\varphi_{Di}$ はそれぞれその観測点と昭和間の H 成分, D 成分の位相差である。 α, β は定在波の振動モードにより、それと odd mode の場合 $\alpha=0^\circ, \beta=\pm 180^\circ$, even mode では $\alpha=\pm 180^\circ, \beta=0^\circ$ となる。したがって振動モードを仮定すると昭和の共役点位置が求まり、その妥当性を検討する事で振動モードを確かめる。

上述の手法により、1984年9月7日~12日 UT に観測された P_g 脈動(4観測点で最も相関の良かった event) を解析した結果、odd mode を仮定した場合 $X \approx 72.3^\circ E, Y \approx 67.6^\circ N$, - 奇 even mode とした場合 $X \approx 66.4^\circ E, Y \approx 67.8^\circ N$ と求まった。これを IGRF より計算した昭和の共役点位置と比較すると、緯度は両モード共北へ約 1.5° ずれ、経度は odd mode を仮定すると東へ約 2° , even mode では西へ約 4° ずれている。経度方向へのずれは odd mode を仮定した方が小さく、また緯度方向へのずれはオーロラの共役性と傾向が一致している。この結果は P_g が odd mode の振動である事を示唆しているが、さらに解析例を増し、また odd mode である事が明らかな Pc 5 に対する同様の解析例と比較した結果を報告する。

Pc3-5帯地磁気脈動の共役性

斎藤浩明^{*}，佐藤夏雄^{**}，利根川豊^{***}，芳野超夫^{*}，共役点観測グループ^{*}：電気通信大学^{**}：国立極地研究所^{***}：東海大学

Pc3-5帯地磁気脈動の地磁気共役性を明らかにするために、脈動のPowerに注目し、その季節変化、日変化の解析を行った。

今回はSyowa (SY) とHusafell (HL) で同時観測したインダクション磁力計のH成分 (1-100 mHz) を用い、1984年8月28日から1985年1月28日までの154日間のdataを解析した。特に共役性の有る脈動に注目するという観点から、クロススペクトルのピークを選び、かつそのコヒーレンスが0.75以上有るものを抜き出した。スペクトル計算には二次元AKAIKE法を用い、SY-HLの相互相関を取った。

～ 解析結果 ～

図1は9月、10月における毎日のPowerの差の日変化を表したもので、1日相当のPower差にnormalizeして示した。この図から、PowerはPc5帯では9-17MLTで、9月はSY、10月はHLが大きい、それ以外の時間帯は季節に関わらずSYが大きい。Pc3帯も同様であるが、朝側の時間帯はHLのが大きい。

さらに脈動をPc3 (20-50 mHz)、Pc5 (3-9 mHz) に制限して日変化、季節変化を見てみると (図2)、Pc3帯では昼間側でPowerが逆転する時刻は9月下旬の9MLTより、10月下旬以降の15MLTに変わる。一方、Pc5帯ではPowerが逆転する時刻は明確には現れないものの、ほぼPc3帯と同様な変化を示す。

以上の事項より、Pc3-5帯地磁気脈動のPowerは冬半球の夕方側で大きいことがわかる。このことはSYの地理的local timeはHLより4時間進んでいることと合わせ、日照による電離層の電気伝導度が脈動のPowerに大いに関係していることが考えられる。

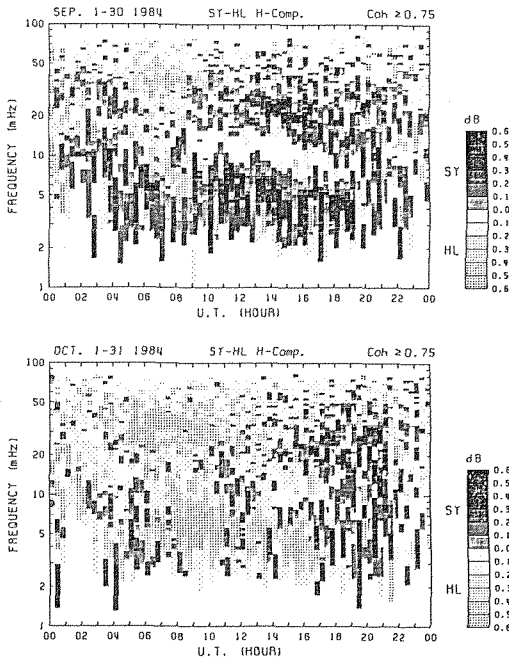


図1 月別に見たPower差の日変化 (9, 10月)

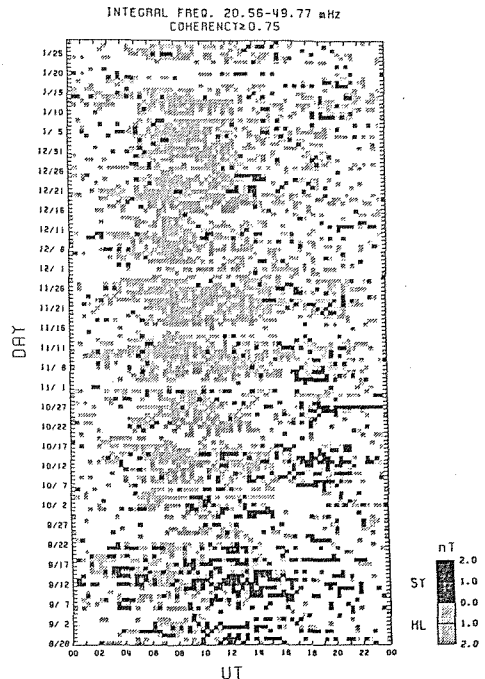


図2 Power差の季節変化 (Pc3帯)

Pc1 脈動の共役性

城倉義彦⁽¹⁾，佐藤夏雄⁽²⁾，平澤威男⁽²⁾，芳野赴夫⁽¹⁾，共役点観測グループ

(1)：電気通信大学 (2)：国立極地研究所

1. はじめに

Pc1 脈動についての観測は多くなされているが南北の共役点について詳しく調べた例は少ない。そこで今回1984年1月1日から一年間に昭和基地とその磁気共役点であるアイスランドのフッサフェルで同時観測されたデータをもとにPc1の南北の共役性を統計的に調べてみた。

2. 解析方法

地磁気脈動のデータはインダクション磁力計によりLow-Speed Analogue Data Recorderに記録されている。これをFFTアナライザを用い解析しチーオスペクトルを作成した。

今回Pc1をチーオスペクトル上の特徴をもとに10種類のタイプに分類し、それぞれについて発生時間、周波数、南北の共役性を一年を通して統計的に調べてみた。

3. 解析結果

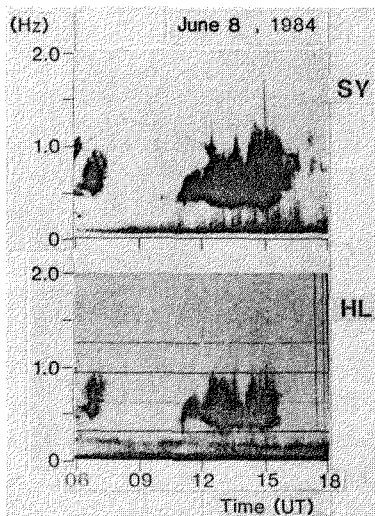
[図-1]、[図-2]に示すのは夏、冬それぞれ

の典型的な例である。[図-1]の北半球夏の例は0.5～1.5HzにあるPc1は昭和の方が強い。しかし0.2Hz付近の構造のはっきりしない帯状のPc1(Pc1-2 Band)はフッサフェルの方が強い。

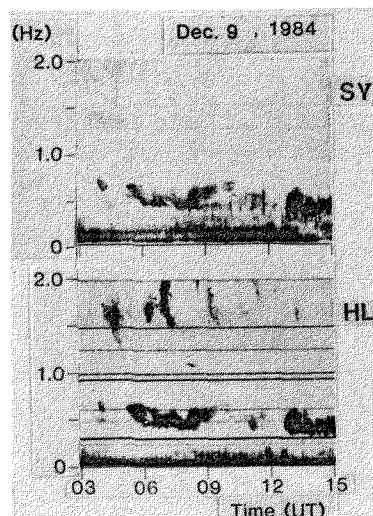
[図-2]の北半球冬のタイプの昭和だけにPc1-2 Bandがあり、またフッサフェルだけに1.5～2.0Hzに指紋の形の様なPc1(フィンガープリントHMエミッション)が存在している。

10種類のタイプを統計的に調査した結果Pc1-2 BandとフィンガープリントHMエミッションをのぞいては、よい共役性を示す。しかし一般的により共役性を示すペリオディックHMエミッションやコーラスも周波数1.0Hz付近から上では、多少冬半球が強いという非共役性を示す。

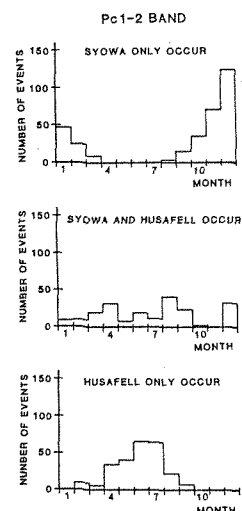
フィンガープリントHMエミッションは冬半球が比較的強い。Pc1-2 Bandは[図-3]に示すように夏半球が強いというはっきりした季節変化がみられた。



[図-1] 北半球夏の典型例



[図-2] 北半球冬の典型例

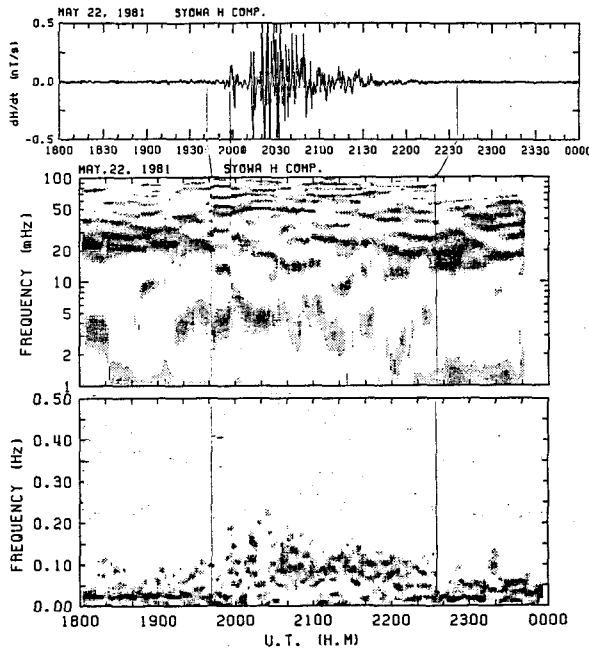


[図-3] Pc1-2 Band
の季節変化

Substormに伴う π 1波動とその共役点同時観測

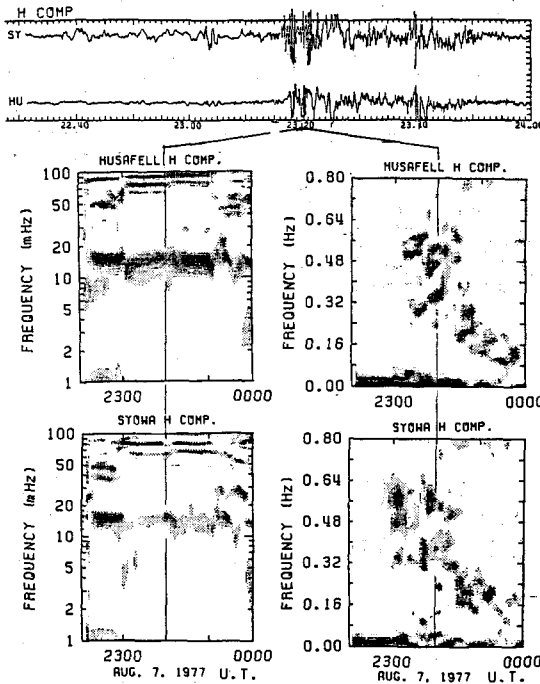
加藤 愛雄 (東北大学 名誉教授)

利根川 豊 (東海大学 航空宇宙), 共役点観測グループ



Substormに伴って、極域地方では周波数が0.4~0.3 Hzから時間的に連続的に0.1 Hzに減少するpatch状の π 1波動が観測される。上段の図は昭和基地での一つの観測例であるが、周波数から見てion-cyclotron波動と考えられる。

一方昭和基地と共役点にある、Husafellでの同時観測の結果によると、下段の図に示したようにこの π 1波動は明らかに共役性を有している。即ちSubstormのonsetの時にtail field lineのreconnectionに伴って π 2波動と共にion-cyclotron波動が発生し両極地域に伝播するものと考えられる。



共役性と考えられる場合 π 2波動の出現そのものの共役性は勿論あるが、その π 2波動の周波数特性にみても共役性があるとは限らない。

これに反しこれに伴う π 1波動については周期特性にも共役性があると考えられる。

Auroral Hiss 放射の共役性

佐藤 夏雄(極地研), 鈴木 博之(山形大・理), 共役点観測グループ

オーロラアークやオーロラ breakup にもなつて、オーロラヒス放射が発生することが古くから知られている。また、オーロラヒスは顕著な季節変化を示し、夏半球で発生頻度・強度が最低になる。したがって、オーロラヒスの発生、伝搬に日照が大きな効果を与えていることが予想される。この日照効果を詳しく解析するために、地磁気共役点で同時観測したデータを用いた。

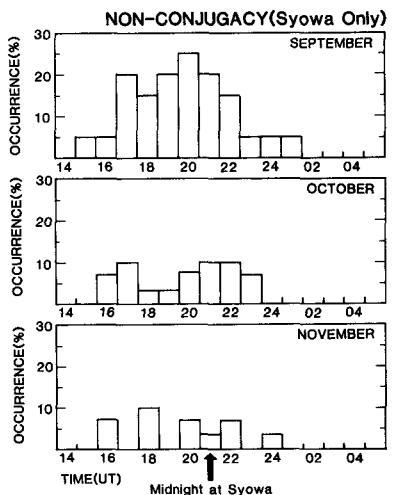
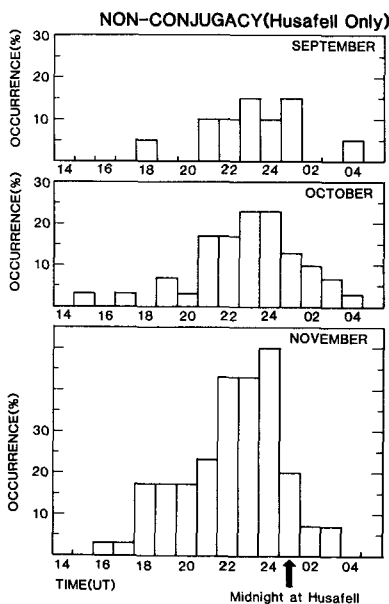
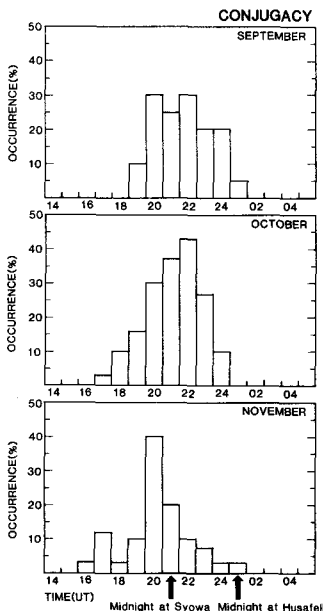
解析には、Syowa 基地とアイスランドの Husafell で同時に観測した 30 Hz バンド 3 度記録を主に使用した。Syowa と Husafell は、もちろん MLT (地磁気地方時) は同じであるが、LT (地理地方時) は Syowa では $MLT = LT - 3$, Husafell では $MLT = LT + 1$ である。したがって、Syowa と Husafell の同時データを解析することは、現象の発生、伝搬に及ぼす Geomagnetic と Geographic の効果を区別できる可能性があるのである。

1983 年 9 月～11 月のデータを解析することにより、以下の事が明らかになった。
(1) 共役性のある現象は、9 月 10 月ではほぼ同じ頻度であるが、11 月には頻度が下がる。この現象の発生頻度が 20% 以上である時間帯は、9 月で 20～24 MLT, 10 月で 20～23 MLT, 11 月では 20 MLT である。

(2) Syowa のみで観測される現象の頻度は 9 月で最大、11 月に最小になる。この現象が主に発生する時間帯は 17～23 MLT (20-02 LT, at Syowa) である。

(3) Husafell のみで観測される現象の頻度は、(2)の結果と逆で、9 月で最小、11 月で最大となる。また、この現象の主な発生時間帯は、21-02 MLT (20-01 LT, at Husafell) である。

以上の事実から、非共役性現象に関しては、MLT よりも LT に依存している事が明らかになった。つまり、local な日照がオーロラヒスの発生、伝搬に大きく作用を及ぼしている。



Polar Chorus 放射の季節変化と共役性

鈴木博之*、佐藤夏雄**、渋谷仙吉*、前澤 潔*、共役点観測グループ、

* 山形大・理、 ** 極地研

I 序

昭和基地 (SY) とその共役点にあたるアイスランドの Husafell (HL) で観測された、ELF-VLF 放射の Data を用いて Polar Chorus (750 Hz) の統計的解析を行い、その季節変化と共役性について検討を行った。

II Data (図1)

解析に用いた Data は、SY では 1984 年 1 月から 1985 年 1 月、HL では 1984 年 8 月から 1985 年 8 月のそれぞれ 13 ヶ月分である。うち同時観測は 1984 年 8 月から 1985 年 1 月までの 6 ヶ月分である。Data には、多くの空電がふくまれており、この影響を除くため、それぞれの Data の 10 秒間の最低値をとり、さらにこれらの 10 分間の平均値を 1 つの Data として解析した。

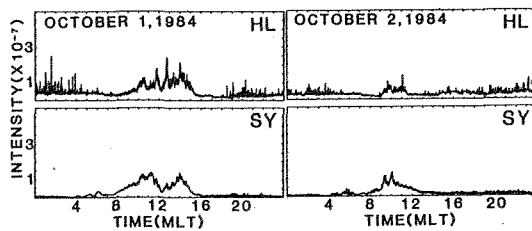


図1 共役点における一般的な Polar Chorus

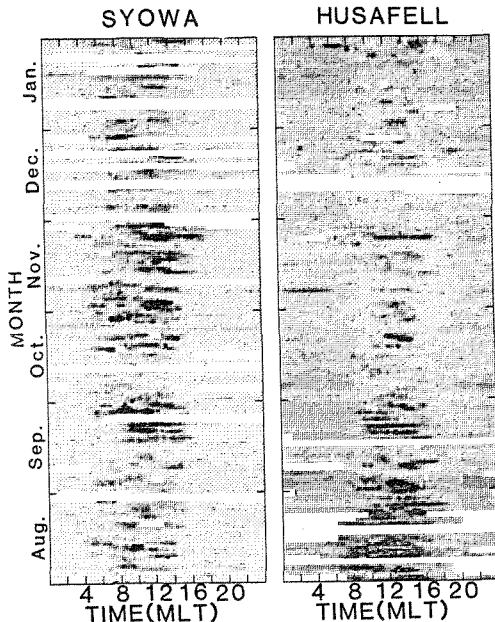


図4 共役点における電界強度の相対的比較

III 解析結果

Syowa (図2)

通年平均でみる 1 日の放射の出現時間帯は 5~15 MLT に集中して、そのピークは 11 MLT にある。季節変化をみると、夏に出現頻度、強度ともに最も高くなる。春と秋には頻度、強度ともほぼ等しい変化を示し、冬に頻度、強度ともに最低となる。季節毎のピークの出現時間は 10~11 MLT、夏に 12 MLT、秋に 11 MLT と変化する。

Husafell (図3)

通年平均の 1 日の放射の出現時間帯は 6~16 MLT に集中して、そのピークは 12~13 MLT にある。季節変化は SY とほぼ等しく、頻度、強度とも夏に最大となり冬に最小となる。ピークの出現時間は春と夏に 12 MLT、秋に 12~13 MLT と変化する。

共役性 (図4)

同時観測期間でみる季節変化は前に述べた内容に一致するが、9~11 月の SY の春、HL の秋を比較すると、SY の方が、出現時間帯、ピーク時間ともに HL より、3 時間程早い。

以上の結果より、春夏秋の昼間に出現が集中し大きな季節変化を示すこと、また出現の時間差が共役点での地理的経度のずれ (LT で SY が 4 時間程早い) とほぼ一致していることより Polar Chorus の発生、伝播には日照の効果が大きく作用していると思われる。

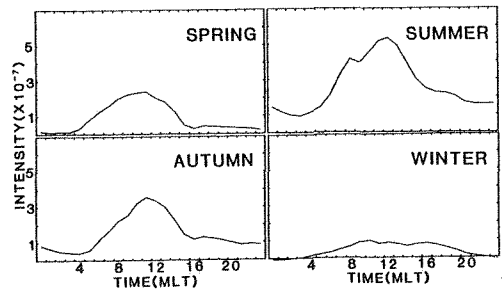


図2 SYの平均的 Polar Chorus の季節変化

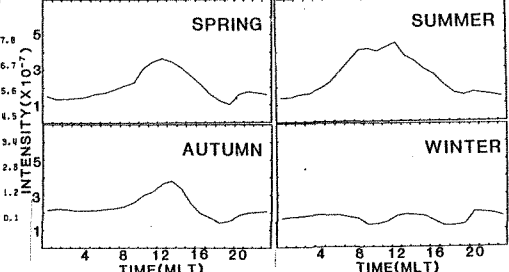


図3 HLの平均的 Polar Chorus の季節変化

アイスランドにおける電力線放射と 関連 V L F 現象

樋口 浩司・木村 肇根（京都大学工学部） 佐藤 夏雄（極地研究所） 松戸 孝（電気通信大学）

地上の送電線より放射される基本波（50 Hz 又は 60 Hz）の高調波が、磁気圏 VLF 波動の Source の 1 つであると考えられている。特に、Park and Miller(1979)は、Siple で観測された 2～4 kHz 帯の電界強度が MLT 07～14 h では、日曜日が他の曜日に比べて低いことを示した。これは、Roberval に近いケベックでの電力消費の曜日依存性と良く対応しており、送電線の高調波が、この経度の VLF 波動に影響を及ぼしていることを示すと考えられる。

一方我々は昭和基地において、得られた約 2.5 年間の V L F 波動のデジタルデータを用いて 750 Hz, 1.2 kHz, 2 kHz について曜日依存性を調べたが、有意な依存性は見られなかった(Higuchi et al., 1988)。これは共役点のアイスランドが電力消費の大きい工業地帯から離れている故ではないかと考えられた。

そこで昭和基地の共役点であるアイスランドにおける V L F 波動の観測結果について同様の解析を行った。データを使用した期間は 1984 年 9 月 17 日～1985 年 5 月 31 日で 750 Hz, 1.2 kHz, 2 kHz のデジタルデータを用いた。昭和基地の場合と同様オリジナルデータの 2 秒サンプリングデータから 10 秒間の最小値をとって空電の影響を取り除いた後 1 時間平均値を求め、これを統計処理した。その結果、Husafell, Isafjordur, Tjornes のデータについて 1 日間の時刻による電界強度の変化を、日曜日とその他の曜日について比べると殆どの場合に統計的に有意な差を持たない。この傾向は月曜日から土曜日についても同様であった。ただし Tjornes の 1.2 kHz のデータについては 10～15 UT には、土曜日と日曜日は他の曜日との間にはっきりと差があることが

わかった。この差は周波数スペクトラムで見ると土曜、日曜以外の日に電力線高調波とも見られるライン状のノイズが 1.2 kHz 付近で強くなることに対応しており、電力線放射の曜日依存性を示す V L F 波動の Source である可能性を持つものである。

一方上記の解析の期間外であるが、最近アイスランドで得られた V L F 現象のスペクトルの中に、電力線放射の影響を受けたと考えられる現象が発見された。これは 1985 年 8 月 21 日 17:00～17:30 (UT) 頃に得られたもので、その一例を図 1 に示す。2 kHz 付近の線状のスペクトルにより、数多くの強いエミッションがトリガーされていることがわかる。また線状スペクトルが広い周波数帯内で見られ、これはほぼ 50 Hz 間隔となっている。このような現象は、3 つのステーションに共通している。さらに、昭和基地においても、この現象が観測されていることがわかった（越冬中の山岸隊員のご好意による）。

以上のことから、統計的には V L F 現象の強度が必ずしも曜日依存性を持たず従って電力放射の影響があるように見えない場合でも、尚個々の例では電力線放射の影響がありうることを示しているのではないと思われる。また、アイスランドは、ロバールと異なり近傍に大電力消費地は存在しないが千数百 km 離れた英国やヨーロッパ西部の電力消費、及び電力線放射の影響がアイスランドにも及ぶ可能性が全く無いとは言えないと思われるので、今後更に詳細に調べることは意義があると思われる。

（文献）

Park & Miller: JGR 84, 943-950 (1979).

Higuchi, Kimura, Hashimoto, Sato, & Tonegawa: (極研 MEM. 印刷中)

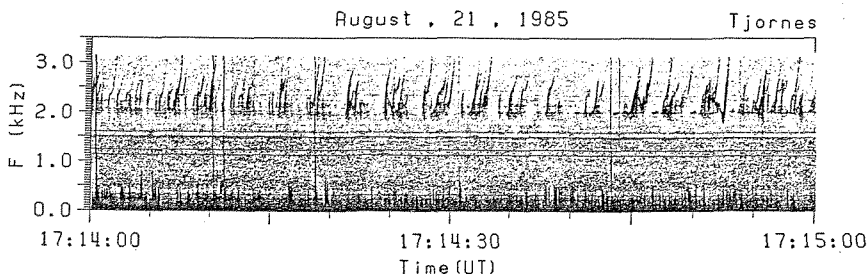


図 1 電力線放射によりトリガーされたとされる現象。

アイスランドにおけるノールウェー・オメガ局の3点同時観測結果について

荒木 喬(弘前大教), 佐藤夏雄, 藤井良一(極地研), 菊池 崇(電波研)

1. はじめに

昭和59年9月8日からアイスランド Tjörnes において Norway 局の位相と電界強度の測定を開始したが, その後60年8月12日から Husafell, Isafjörður においても観測を開始したのでそのデータ解析の結果について報告する。

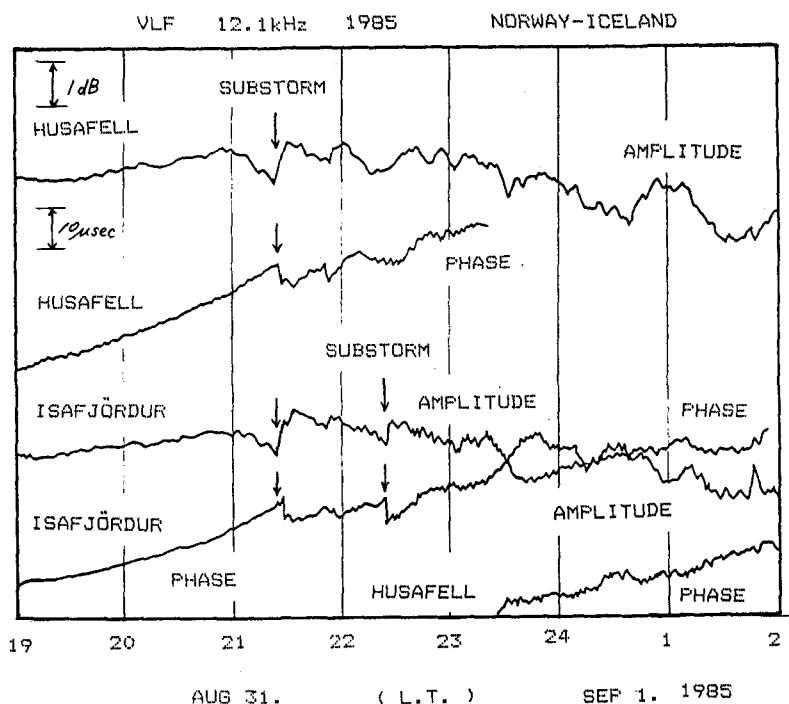
2. 観測結果について

日変化については Tjörnes 同様, 日出, 日没時によるきれいな変化はみられないが, 位相電界強度とも日中は変動がなく夜間は顕著になる。下図には Husafell と Isafjörður のデータを示した, 大まかには同じ様な変化をしていることがわかる。Substorm との対応については, Substorm に伴って位相が進み, 電界強度が増加する例が多くみられた。この変化は, Substorm の開始とほぼ同時におこりはじめ, オーロラがノールウェー方向 (VLF の伝播経路上) にあらわれたときに顕著におこることが多く, その位相の進むとき発する位相カウンターの音は, オーロラモニターとして使用できるのではないかとすら思われることも多かった。なおこの変化は約4分間で, 相対強度にして $0.7 \sim 1.0$ dB, 位相において $5 \sim 7$ usec の変化をしていることになる。オーロラが観測所の天頂にあらわれるころは VLF の位相と電界強度のレベルはともにもどっていることが多かった。また下図に示したように Isafjörður にて Substorm の影響が

VLF 信号に表われているにもかかわらず Husafell には変化がみられない例もあった。このことはオーロラ粒子の降りこみがローカルにおきている場合を示しているものと考えられるが VLF 電波の反射点がわずか 100 km しか離れていないことを考えると, 今後さらに多くのデータを解析することによりチェックしていく必要があると思われる。

参考文献

Takashi Kikuchi and David S. Evans (1983): Quantitative Study of Substorm-Associated VLF phase Anomalies and precipitating Energetic Electrons on November 13, 1979, J.G.R., 88, A2, 871-880.



南極冬期における成層圏エアロゾルの対流圏への輸送の可能性

名古屋大学水圏科学研究所 岩坂泰信

1、はじめに

成層圏では、赤道から極方向にむかう物質の流れがあり古くからブリュエドフソンの流れとして知られていた。この流れの現代的な解釈は、K i d a 他によって為されている。これらのことから予想すると、南極の成層圏は、l i f e t i m e の長い微量気体成分の集積場所となる可能性が極めてたかい。更に加えて南極の成層圏と対流圏の間は、少なくとも冬の間は、かなりルーズの様に見える（この点は、今後の大きな研究課題と考えている）。また、南極の成層圏内に見られるいくつかの微量成分は、場合によっては成層圏から対流圏に輸送される可能性が有る。極域でのオゾン濃度の季節変化（成層圏のみならず地表面付近での変化）は、多分にそのような影響を受けているものと考えられる。エアロゾルに関しては、成層圏のエアロゾル層が真冬に入ってから次第に下降運動するらしいことや冬明けにエアロゾル濃度の極小値が見られること（下降運動と極小値の出現がどのような関係にあるのか、現在のところ定説は無い）等が知られてきており、ある程度成層圏エアロゾルの対流圏への輸送を暗示させる事実がえられている。ここでは、J A R E 2 4 でえられた結果を紹介し、それらの結果が硫黄や水蒸気のグローバルスケールの輸送におおきな影響を与える可能性がたかいことを述べる。併せて、南極水床コアのなかにしばしば見られる火山性の物質濃度の高い層の意味を大気中の物質の輸送と言う視点から議論する。

2、レーザレーダ観測の結果

観測からえられる後方散乱係数を基にして、次のようなパラメータをエアロゾル層の重心として定義する、

$$\int \beta Z dz / \int \beta dz。$$

このパラメータは、8月以降およそ0.08mm/secの大きさで下降してゆく（I w a s a k a, 1985）。これとよく似た現象が人工衛星の観測からもえられている（M c C o r m i k e t a l., 1985）。この下降運動が治まる頃には、エアロゾル層は、極めて薄くかつ圏界面の直上に位置するようになる。しかもこの頃の成層圏のエアロゾル濃度は、極めてうすくなる（年間をとうしてこの時期の量が最もすくない）。

どのようにして南極成層圏エアロゾルは 冬季に増大するのか

名古屋大学水圏科学研究所 岩坂泰信

1. はじめに

南極の成層圏エアロゾルが冬季に著しくその量を増大させることは、最近の人工衛星観測(NASA)やライダー観測によってはっきりしてきた。また、増大期のエアロゾルが、多分に氷の結晶であるらしいこともわかってきた。Steele ほか(1983)の熱力学的考察によって エアロゾル量が増大するのは粒子が氷である必要 があることが示された。また、今回の南極ライダー観測によって 冬季の成層圏の偏光解消度が極めて高いことが示され、この氷の結晶モデルは高い妥当性を持っていることが推定できる。

これからの課題として、これ以外にエアロゾル増大モデルはないか?、氷の結晶は水滴と共存しているのか?、氷の結晶は硫酸液滴と共存しているのか?、これらの結晶の粒子の氷との共存状態は、どの程度つづくのか?、などの問題が考えられる。

ここでは、氷結晶の成長以外にどのような因子がこの冬の南極成層圏エアロゾルの増大に寄与しているかを考えてみたい。

2. エアロゾル数の増大

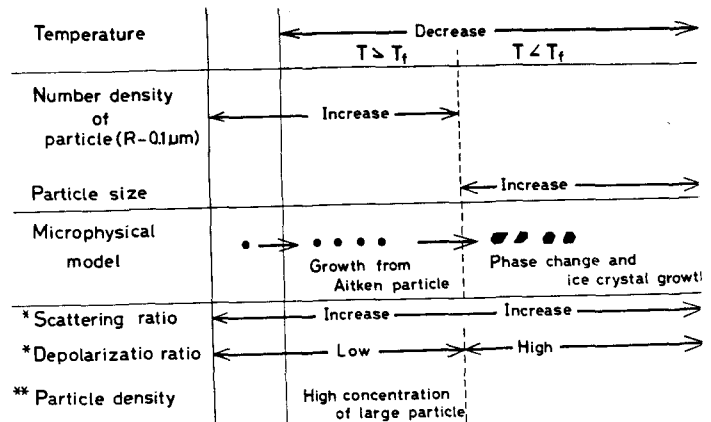
24次隊が行なった気球観測は、きわめて示唆に富んだ情報をあたえてくれた。冬の始めの南極成層圏エアロゾルの数密度が著しく高かったのである。この事実は、氷結晶の成長モデルと必ずしもうまくつじつまのあう話しではない。

3. レーザ・レーダ観測からの情報

ライダー観測の結果もきわめて興味の有るものであった。即ち、レーザー光の後方散乱光がこの時期極めて強いにも拘わらず偏光の解消がみられなかったのである。即ち、エアロゾル量の増大と非球形粒子の存在とが同時におきない時があることが分かったのである。

4. エイトケン粒子の成長

これらを総てうまく説明するモデルとしてエイトケン粒子の成長を提案したい。このモデルによって考えられるエアロゾル量の増大過程は、おおよそ図に示したように進むと考えている。



レーザ・レーダ観測からみた

エルチジョン火山の南極成層圏への影響

名古屋大水圏科学研 岩坂泰信、国立極地研 小野高幸、信大工 野村彰夫

1. はじめに

メキシコのエルチジョン火山が噴火(1982年春)し成層圏に多量の火山性物質が注入され、様々な影響が中層大気に現われた。とりわけ、中層大気中の粒子状の物質の濃度や分布に大きな影響を与えたことは多くの観測結果に示されてきた。南極の中層大気中の粒子状態物質の振舞いは、必ずしも中低緯度でのそれと同じ物ではなく南極特有のパターンを持っていることは既に報告してきた。さらに、強調しておきたいことは、大陸氷床でサンプリングされたコアの解析から過去の大きな火山爆発(これらの殆どは、南極大陸以外の場所で噴火したものと考えられている)の記録がほりおこされており、エルチジョン火山の影響も極めて多きい関心を以て調べられている。今回のMAP期間中のレーザ・レーダのデータは、中層大気中のグローバルな物質の輸送を知る上にはもちろんのこと、中層大気から対流圏あるいは地表面に火山性物質が輸送され蓄積されてゆく過程を解明する上でも興味あるものになるう。

ここでは、1983年から1985年にいたるまでのレーザ・レーダ観測の結果を速報しエルチジョン火山の影響がどのように現われているかを示す。更に、この期間中に得られた関連の観測結果を参考にして今後の研究の方向についても議論する。

2. レーザ・レーダ観測結果

レーザ・レーダ観測の結果は、顕著な冬のエンハースを示しながらも、はっきりとした経年変化を持っており、1983年のエアロゾル量と1985年のそれを気中あたりの量で比べると約5分の1あるいはそれ以下のレベルになっている。これらの様子は、とりわけ冬明けに顕著である。

3. 関連の観測結果

- a. 航空機によるエアロゾルのサンプリング結果は、1983年早々極めて汚染された状態が南極の上部対流圏に出現していたことを示唆している(Iwasaka et al., 1985)。
- b. みずほ基地での飛雪サンプリングの結果は、1982年の末に火山起源とかがえてよい電気伝導度あるいは微量元素濃度の変化を示している(Nisio et al., 1985)。
- c. 大気の混濁度が1982年の末から急に大きくなっている。
- d. 気球によるエアロゾルの観測(JARE24およびJARE25)の結果は、エルチジョン火山の影響が1983年には既に南極に現われてその後この影響が弱まったと考えるほうが自然であると思わせる傾向がみられる。

南極Na層のレーザ・レーダ観測(速報)

信大工 野村彰夫、名大水研 岩坂泰信、国立極地研 福西、

国立極地研 平沢威男、国立極地研 川口貞男、信大工 鹿野哲生

The mesospheric sodium layer has been observed at Syowa station in Antarctica (geographic longitude 39.6°E, geographic latitude 69.0°S, geomagnetic longitude 79.4°E, geomagnetic latitude 70.0°S) during the winter period (January 1985 to January 1986) of the 26th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE 26). A lidar observation of the polar middle atmosphere at that station has been performed as a part of the Antarctic Middle Atmosphere /Middle Atmosphere Program (AMP/MAP) since 1983. At first stratospheric aerosols have been observed by the system based on a ruby laser (694.3 nm and 347.2 nm). In 1985 a new transmitting system consisted of a tunable dye laser (589.0 nm) was added to that system to observe the sodium layer too. The characteristics of the lidar system are given in Table 1.

In this paper we report the results of the mesospheric sodium layer observed on 42 nights during the period from March to October in 1985.

The winter maximum which many investigators have pointed was not found clearly. The nightly averaged height of layer peak was found in the range from 87 km to 93 km. The layer width was 10km-16km. The periodic oscillation with several ten days was found out in the peak height and the layer width. There may be oscillations with a period of several hours in the nocturnal variation of abundance. We had chance that the appearance of aurora largely influenced on the profile and abundance of the sodium layer.

Transmitter	Ruby laser	Dye laser
Wavelength	694.3 nm 347.1 nm	589.0 nm
Energy	0.8 J/pulse 0.3 J/pulse	0.2 J/pulse
Linewidth		0.003 nm
Pulse width	36 ns	500 ns
Repetition rate	0.5 Hz	0.5 Hz
Divergence	1.0 mrad	1.0 mrad

Receiver	
Telescope diameter	0.5 m
Telescope area	0.17 m ²
Field of view	0.5 - 1.5 mrad
Bandwidth	1.0 nm for 694.3 nm 2.5 nm for 347.1 nm 1.0 nm for 589.0 nm
Detection	2 ch. for photon count. 1 ch. for analog
Height resolution	0.1-10 km(P.C.mode) 7.5-750 m(Analog mode)

中間圏 ナトリウム層の一次元光化学モデル

内海通弘 藤原玄夫
九大理

九大理では、色素レーザー・レーダーにより中間圏ナトリウム層の観測を行い、ナトリウム層の全量は秋が春に比べ2〜3倍増加するという結果を得た。中緯度におけるライダー観測によると、冬に極大で冬と夏の比が5倍に達する。子午線方向の夏と冬の比を右に示す。このような季節変動の子午線方向

の変化は今まで説明されなかったが、最近、2つのアイデアが提出されている。これらとともに、低緯度では、夏と冬の温度の差はほとんどないが、高緯度では、夏に寒く、冬に暖かいということに原因を求めている。

1つは、Jegou et al.^{*2}(1985)により、提出されたアイデアで、イオン・クラスタリング反応を考慮に入れるものである。Naは、日中に光イオン化で Na^+ になると、 $\text{Na}^+ \cdot \text{N}_2$, $\text{Na}^+ \cdot \text{CO}_2$, $\text{Na}^+ \cdot \text{H}_2\text{O}$ などにクラスタリングしていると考えられ、これは、電子との解離再結合は遅く、寿命が長い。クラスタリング速度が、温度の2乗に逆比例している。その上、スプラディクE層の生成論でよく知られているように、イオンは、地球磁場内で、風に吹かれて、ローレンツ力を受ける。従って、このモデルでは、温度以外に中間圏の風の影響を受けることになる。このモデルは、Naの全量に関しては、季節および子午線方向の変化をうまく説明できるが、Naの垂直プロファイルに関しては、実際の観測と一致していないようである。とくにNa層下部の切れこみに関しては、Chapman反応以外の中性反応も入れないと再現できないと考えられる。

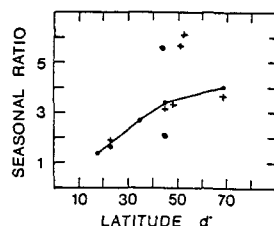
もう1つは、Swider^{*1}(1985)によって、提出されたアイデアである。Na中性反応系中で、強い影響をもつと言われている

の反応定数が、最近の室内実験により、 T^{-1} に比例することがわかった^{*3}。つまり、暖かい冬に、この反応が遅くなると、Naが減りにくくなるという訳である。しかし、これによるとNa層のセーグが冬に下がるということが再現できないし、層の上部の切れ込みも再現できない。

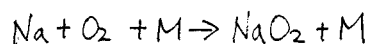
ここでは、後者のアイデアに基づいて、他の反応の中で、温度依存性の可能なものを入れて、どこまで季節変動を説明できるかを考える。Na層の垂直プロファイルの上部の切れ込みは、クラスタリング反応を入れることにより、再現できる。

References

1. Swider, W., G.R.L., 12, 9, 589-591, 1985
 2. Jegou et al., Annales Geophysicae, 299-312, 1985
 3. Silver, et al., Proc. 20th Internat. Symp. Combustion, 1985.
- (Refは文中に *で示す)



Meridional variation of the winter to summer Na abundances ratio. Circles and crosses represent respectively southern and northern hemisphere data whereas the calculated results are shown by the full line.



24次隊による成層圏 NO_2 大気球観測 (II)

柴崎和夫(国学院大)・岩上直幹(東大理)

小川利紘(東大理)

24次隊で実施した2回の大気球観測dataの解析がほぼ終了したので報告する。

表1

Table 1. Detail of balloon observations at syowa station.

	B ₅ JA25	B ₅ JA26
Launching Date, Time	Nov. 12 1983 19° 25' LT	Nov. 20 1983 18° 30' LT
Maximum Ceiling Altitude	28.8 km	28.8 km
Altitude at Maximum Solar Zenith Angle	28.8 km	27.1 km
Maximum Solar Zenith Angle	91.9°	91.3°
Ending Time of Data Acquisition	Nov. 13 05° 03' LT	Nov. 21 03° 03'
Instruments on Board the Balloons	NO_2 Spectrometer, Ozone Sonde, Ionization Chamber	

1983年11月12日, 20日に各々5000 m^2 の大気球 B₅JA25, B₅JA26を放球し, 約10時間に渡る観測を実施, 日没・日出の NO_2 高度分布を求めることができた(表1)。図1, 図2に結果を示す。太陽高度角の関係で25km以下の測定はできず, 今回は25km以上の分布を明らかにするのにとどまった。

南極域で初の大気球による成層圏 NO_2 高度分布観測(23次隊に引き続いて)であったが, 結果(図1, 図2)を見る限り中低緯度での観測結果との大きな違いはない。これは観測時期, 突然昇温時期を過ぎた夏の11月中, 下旬, を考えるとある程度理解できる。すなわち, 成層圏上部の大気は既により緯度の低い地域の大気塊と完全に混合している状態になっている可能性が高いのである。

図3には23次隊, 24次隊で実施した3回の観測結果(日没時)を示した。中低緯度データ, モデル計算結果との比較等について検討した結果をも報告する。

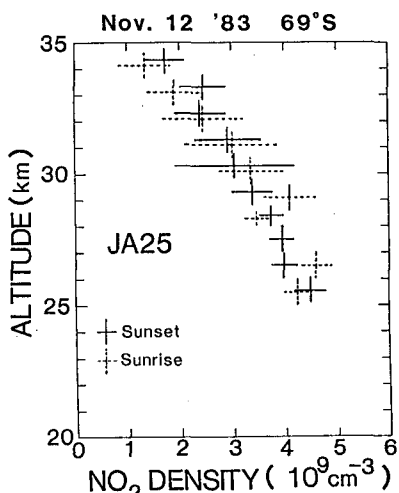


図1

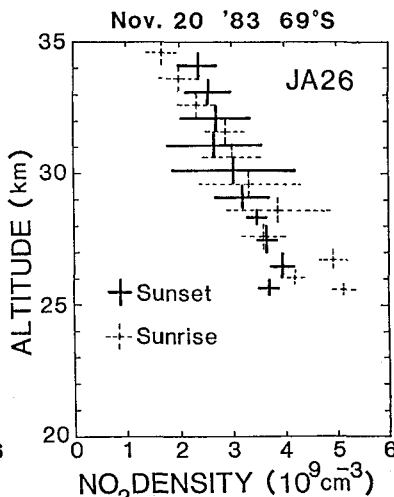


図2

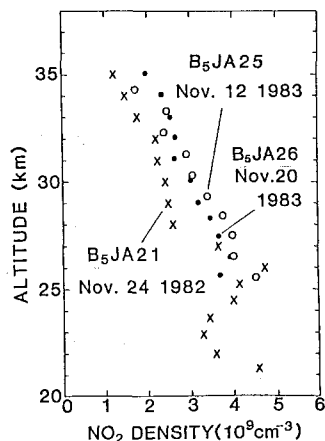


図3

エキシマレーザーによる中層大気密度、温度の観測

柴田 隆, 前田三男 (九大工学部)

九大工学部ではMAP国際協同観測の一環として、エキシマレーザーの開発、および

それによる成層圏オゾンの観測を続けてきた。また XeFエキシマレーザーの波長 351nm が Rayleigh 散乱を利用した大気密度測定に適していることに注目して、200 mJ/pulse, 80Hz の高出力 XeFエキシマレーザーを用いた大気密度の測定を行った。

Rayleigh 散乱レーザーを用いると、他に精度の良い測定方法の少ない高度 30-70km の間の大気密度分布を、ほぼ連続的に精度良く観測することが出来る。測定誤差は高度 50 km で 15%, 15 km の時間距離分解能で約 1% である。大気密度分布が測定できると、理想気体、静水圧平衡を仮定することにより、大気温度分布が求まる。温度の誤差は上記の条件で約 3 K である。観測された密度、そこから求めた温度分布を図 1, 2 に示す。

我々は昨年 4 月より定常的な観測を続け、現在約 20 度の、5 時間を超える連続測定を行った。図 3 は 1985 年 7 月 19-20 日のデータで、密度の変動を示す。斜線の部分が密度の平均からのずれが負、それ以外が正の部分である。波長 10 km 程度の波の位相が下向に移動している様子がみえる。今回は特に重

1) T. Shibata et al. Appl. Opt. (1986) March 1

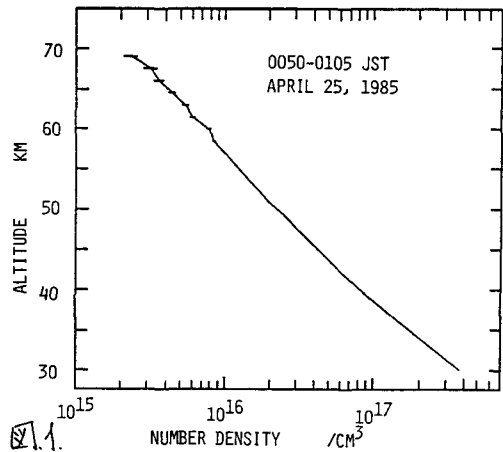


図 1.

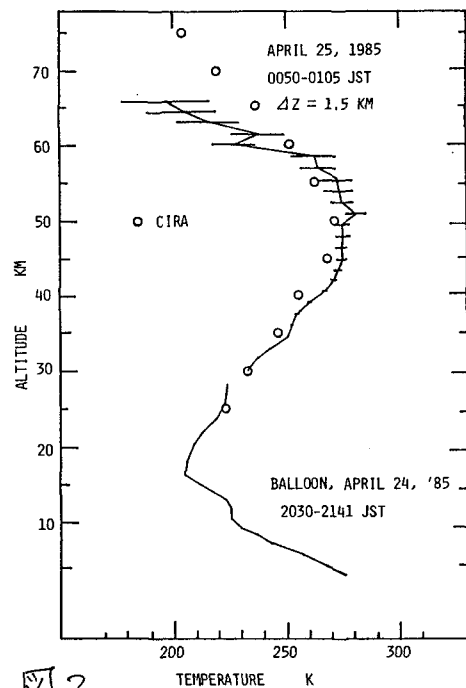


図 2

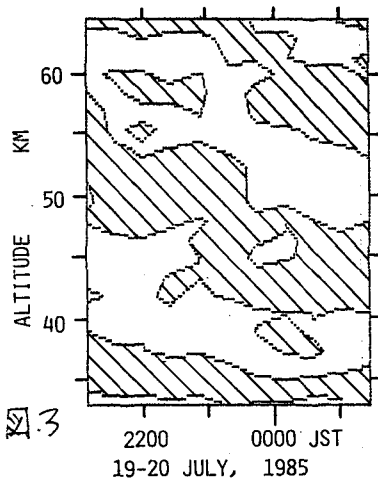


図 3

昭和基地における極夜期間を含むオゾン全量の季節変化 (1982年2月～1983年1月)

忠鉢 繁(気象研), 梶原 良一(西暦気象台)

1. はじめに 1982年2月から1983年1月まで、昭和基地において、南極MAPの一環として、オゾン総合観測が実施された。今回は、オゾン全量観測の結果を報告する。さらに、月光によるオゾン全量と太陽光によるオゾン全量の比較について述べる。又、1年向を通じてのオゾン全量の季節変化を、1982年について考察する。

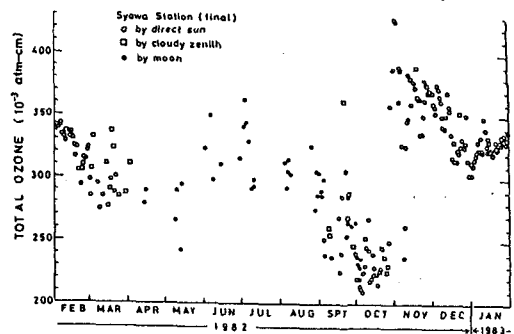
2. オゾン全量観測結果 上記観測期間に対するオゾン全量の観測結果を第1図に示す。ここに示されている値は、太陽光に対する日代表値(○, □)及び月光に対する夜間代表値(●)である。月光による観測は、月出から月没までの夜間を一単位として観測するため、この中で月の高度角が大きな時の観測から求めたオゾン全量を、夜間代表値とした。第1図に示された値は、「Preliminary Result」として報告された値に比べて、最大15 m atm-cm大きくなっている。しかし、冬期6～7月に極大が見られること、10月28日に起こった突然昇温に伴うオゾンの急増などの特徴は変わっていない。

3. 月光によるオゾン全量と太陽光によるオゾン全量の比較 9月3日～10月の3日まで、9回の月光によるオゾン全量の夜間代表値と、太陽光による日代表値との比較が可能である。(第1図で白丸と黒丸が重なって示されている)。このうち、9月3日を除いた(明らかに大きな日変化がある)、8回の比較を第2図に示す。横軸は、対応する夜間代表値の直前及び直後の日代表値の平均(どちらが一つよりない時はその値)、たて軸は、夜間代表値を示す。この図から月光観測と太陽光観測のオゾン全量は、最大30 m atm-cmの誤差の範囲で一致している。月光と太陽光の同時観測は不可能であるのでこの図を一応の目安と考えて頂きたい。

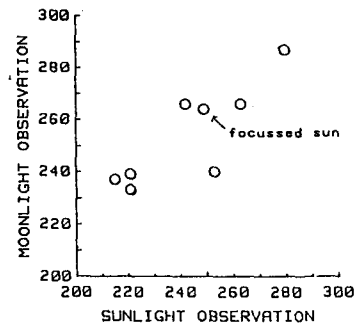
4. オゾン全量の季節変化に対する一考察

第1図に示されている様に、昭和基地においては、10月28日にオゾンの急増現象が観測

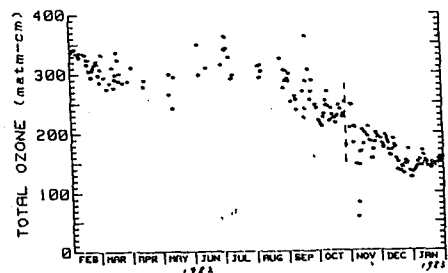
された。10月28日以降のオゾン全量から急増分の180 m atm-cmを引いた値も第4図に示す。この図から約20 m atm-cm/monthのオゾン全量の減少が8月～12月まで引続いて起こっていることがわかる。



第1図 オゾン全量の季節変化



第2図 月光によるオゾン全量と太陽光によるオゾン全量の比較



第3図 1982年10月28日～1983年1月31日のオゾン全量から180 m atm-cmを引いた値を示す。(破線は10月28日を示す)。

ケミルミネッセンス法に基づく航空機観測用オゾン測定器の開発

小島 若, 近藤 豊, 高木増美, 森田恭弘, 岩田 晃
名古屋大学空電研究所

〈序〉オゾンは、対流圏での大規模な輸送や対流圏と成層圏の対流を追跡するのに重要であり、また NO_x 、 HO_x 等の成分を含む光化学サイクルにおいて重要な役割を果たしている。したがって対流圏の光化学プロセスの研究の観測面からのアプローチにとって、オゾンを測定することはまず第一に必要なステップとなる。

しかしながら、これまで航空機に搭載して十分な精度の得られる測定器は、国内においては開発されていなかった。

我々は、オゾン-エチレンのケミルミネッセンスを利用した航空機搭載用高精度オゾン測定器の開発を始めた。

〈測定器〉市販のケミルミネッセンス法に基づいたオゾン測定器では、サンプリングする大気の流量は大きな圧力、温度変化に対しコントロールされておらず、航空機観測において高度の変化による気圧及び温度の変化に伴って感度変化してしまう。

そこで我々は、測定器の信号出力がある圧力範囲に関しては

$$\text{output} \propto C \dot{m} X \quad (1)$$

$$\left(\begin{array}{l} C = \text{instrument constant} \\ \dot{m} = \text{sample mass flow rate} \\ X = \text{O}_3 \text{ mixing ratio} \end{array} \right)$$

という関係¹になることに着目して、サンプリングする大気を質量流量コントロールすることにより、信号出力が気圧及び温度に関係なくオゾン混合比に比例するようにして問題点を解決する方向で測定器の開発を進めた。

図1は、Monitor Labs の Model 8410 Ozone Analyzer を上記の機能を果たせるように改修した測定器の概略図である。

今回はこの測定器の実験室における特性を詳しく報告する。

〈参考文献〉

1. Gerald L. Gregory et al
Env. Sci. Tec. 1983 vol.17 pp.100

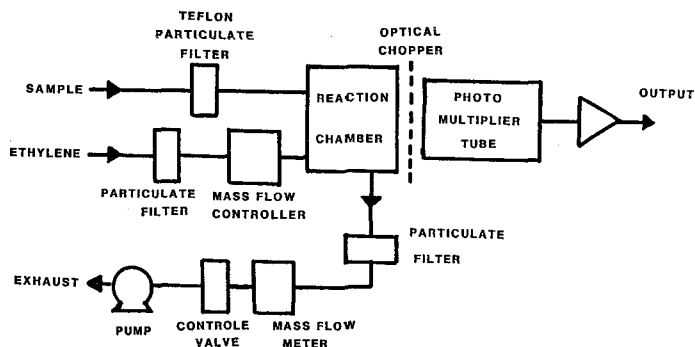


図1 測定器の概略図

Hook型 VLF 放射の発生領域について.

恩 藤 忠 典・中村 義 勝, 電 波 研

南極昭和基地で受信した ISIS-1 号からの VLF データのスペクトル解析を行った。1982 年 12 月 27 日 (361 日) 0814 - 0822 UT の間に、磁気不変緯度 $\Lambda = 58.2^\circ (L = 3.60)$ から $\Lambda = 70.3^\circ (L = 8.81)$ の間に、Hook 型 VLF 放射が連続して観測された。Hook 型 VLF 放射は磁力線のまわりを回りながら観測者から見て赤道を越して反対半球へ走って行く電子群が後方へ放出したサイクロトロン放射といわれている。特に Hook のカーブスペクトルの最低周波数は、電子群が赤道を通過する時に放出した電波を示すと思われる。 $\Lambda = 58.2^\circ (L = 3.60)$ では 1.75 kHz と 1.36 kHz の 2 種の最低周波数をもつ Hook 型放射が観測され、 $\Lambda = 62.8^\circ (L = 4.78)$ では 1.50 kHz, 1.00 kHz, $\Lambda = 68.8^\circ (L = 7.67)$ では 1.11 kHz, 0.70 kHz と緯度が増すと、どちらの Hook の周波数も低くなっており、 $\Lambda = 70.3^\circ (L = 8.81)$ では周波数の低い方の Hook は逐に ELF ヒスバンド内に埋れてしまい、高い方の Hook の 1.00 kHz しか見えない。この Hook 型放射の連続的出現例について、その発生領域について議論する。尚この ISIS-1 パスの地磁気地方時は 1127 MLT から 1043 MLT へと変化している。又 $K_p = 5-$ であった。

Observation and analyses of the whistlers in Summer at Great Wall Station of China, Antarctica

He Changming, Dong Aiyang, Tschu Kangkun

(Institute of Geophysics, Academia Sinica, Beijing, China)

During the First Chinese National Antarctic Research Expedition, the observations of whistler and VLF emission were continually carried out by using GM type VLF broadband direction finding receiver from Jan. 17 to Feb. 22, 1985. Observations were automatically recorded twice per hour from 20th and 50th minutes for 2 minutes each times. The observation site is in an open field in the south of Great Wall Station. (Geographical coordinates $62^{\circ}13'S$, $58^{\circ}57'W$. Geomagnetic latitude $50.6^{\circ}S$, $L=2.5$).

The analysis of data of 32 days from Jan. 19 to Feb. 20 shows that most of whistlers are one-hop whistler, multipath whistler, diffused whistler and hybrid whistler (Fig. 1).

The whistler activity level is not very high. Mean occurrence is 2 per minute, having two peaks per days, i.e. at 17^h-20^h LT around sunset and at 03^h-06^h LT of the early morning. Mean dispersion of whistlers is $65 \sqrt{5}$, but greater during sunset and less after midnight.

A detailed analysis of whistler data of Jan. 23, (a geomagnetic disturbance day) and subsequent Jan. 26 (a geomagnetic quiet day) at Great Wall has been done by means of the nose frequency extension method. It is found that mean whistler dispersion has a trend to decrease during storm and to increase after storm. Electron density is 30% more before than after storm. In the day of storm commencement (Jan. 23, 1985. $Kp=35$), Three groups of whistlers, propagating paths of which are in $L=2$, 2.4 and 3 respectively, were observed and there are no evident movement of path. Their dispersion decrease reflects directly rapid depletion of the electron density at different shells. There is a downward flux of 1×10^9 el/cm²sec. The electrons of the ionosphere began to diffuse up ward into the plasmasphere three days after storm on Jan. 26. A steady refilling process occurs in shells of $L=2.8-2.9$. The upward flux at the altitude of 1000 km is 5×10^8 el/cm²sec.

Thus it can be seen that it is very valuable to use whistler data at Great wall station to deduce temporal and spatial variation of electron density in $L=2-3$ shells during storms and to investigate particles interchange process between the ionosphere and the plasmasphere.

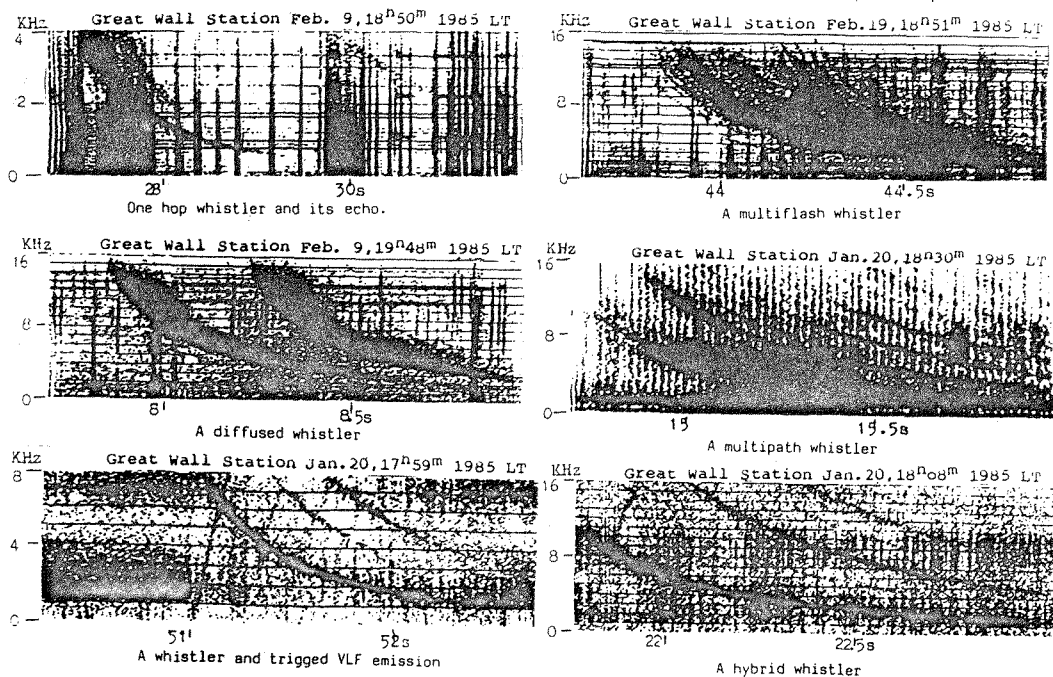


Fig. 1 Spectrograms of various type whistlers

Some preliminary results from whistler direction finding data in Antarctica

He Changming, Chen Hongfei, Tschu Kangkun

(Institute of Geophysics, Academia Sinica, Beijing, China)

The Great Wall Station's GM type direction finding instrument can provide information on the arrival bearing of signals propagating to the station from points at which downcoming whistler signals emerge from the lower ionosphere. The position of an exit point can be determined by combining arrival bearing with L value estimated from the dispersion characteristics. These characteristics provide information on the equatorial radius or endpoint latitude of the geomagnetic field-aligned path.

It is a quiet geomagnetic day on Jan. 20, 1985. There is a high whistler activity at Great Wall and the valuable data is obtained. It makes us possible to study in detail the plasmaspheric structure associated with the whistler ducts.

The whistler activity started at 08^h20^m LT of the morning and reached to the peak at 17^h20^m LT of the evening. Most of them are local whistler with the lower cut-off frequency about 1KHz (Fig. 1). The mean dispersion is 75 \sqrt{S} . A multi-component whistlers cluster with a main duct was formed at 17^h30^m LT. The continuous observation from 17^h20^m to 18^h50^m shows that the exit points of whistler were situated in a strip of about 80 km wide in longitudes with an azimuthal direction 20°-40° E of N between 48° and 50° geomagnetic latitude (Fig. 2). The whistler dispersion in the cluster changes from 68 \sqrt{S} to 78 \sqrt{S} and the tube electron content N_T from 4.7 to 5.4 $\times 10^{13}$ with mean value of 5 $\times 10^{13}$ el. The bearing of exit point are basically same. In L values there is a difference of less than 0.2L and deviation from -6% to +8%.

The mean value of N_T in that day is 25% greater than in other days. It shows that there is an enhancement factor of electron density in duct related to background. It may result from plasmaspheric full recovery during a longer period of geomagnetic quiet days (about 10 days). The observation indicates that the ducts are all in the same strip region and there are no strong cross L or longitudinal drifts. Therefore it is concluded that it is a process of the duct formation, growth, evaluation into cluster and decay instead of the drifting of ducts into the "viewing window" of the station.

The tracing to single duct shows that the lifetime of duct is not less than 12 hour. The dimensions of duct in cluster have order of 30-40 km in latitude direction.

The L value deduced from nose extension have 5% error in present paper. The r.m.s deviation in the bearing azimuth determined is usually in the range $\pm 10^\circ$ -20°.

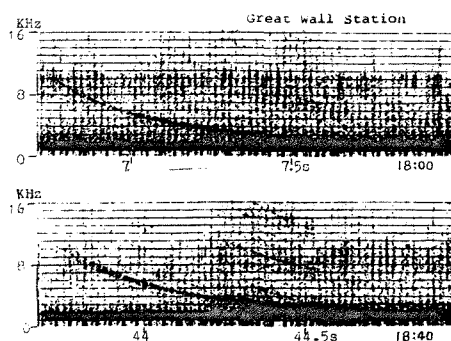


Fig. 1 Spectrograms showing typical local whistler observed during 17^h30^m--20^h20^mLT Jan. 20 1985

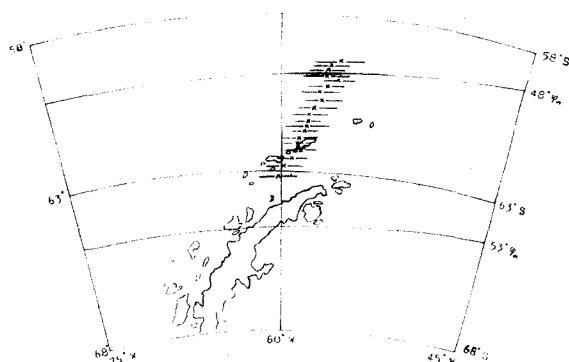


Fig. 2 Map showing the location of the exit point of whistler, r.m.s. deviation is indicated.

ディタッチ・プラズマ中のELF放射の伝播方向の測定

早川 正士 大見 則親
名古屋大学 空電研究所

M. Parrot F. Lefevre
LPCE, CNRS, 仏国

1. まえおき

ELFヒスはプラズマ圏内において頻繁に観測されるが、これはプラズマ圏ELFヒス(plasmaspheric ELF hiss)と呼ばれる。ELF放射のもう一つの発生領域として、磁気圏のdetached plasma regionがある。これをDPヒスと呼ぶ。

DP ELF ヒスに関する従来の研究としては、Chan等の種々の興味ある仕事を行、213. Eps. ELFヒス強度とDetached plasma regionの密度増加との相関を示すと共に、方位測定も行、た。い、彼の方位測定はほとんどoff-equatorでのものである。

DPヒスの発生機構の解明には、発生領域と考えられる赤道面でのWave Normalsの分布が重要な情報を与える。この問題の本論文では取り扱われ、off-equatorでの従来のChan等の方位測定や最近の電離層高度でのBeghin et al. の方探と総合解析する事により、DPヒスの発生機構を論ずる。

2. 方位測定

Chan(1974)が用いた方位測定方式はいわゆるMeansの方法で、これは単一平面波での大前提に基づいている。これはその時点で用い得る唯一の方法であった。本論文では、三つの異なる方式：(1)Meansの方法、(2)最大法(maximum likelihood method)及び(3)最大エントピーによるWDF(wave distribution function)法がある。これら三方式による結果の相互比較は得られた結果の信頼性を評価するには不可欠である。

3. DPヒスイベント

用いたデータはGEOS2解算星(Lv6.6)により1979年12月19日18h UT(19h~20h MLT)に観測されたDPヒスイベントがある。この時刻には、電子密度は10倍程度上昇しており、これに対応してELF放射が生成しており、明らかにDPヒスと考えられる。周波数スペクトルは $\sim 16 \text{ Hz}$ に最大強度 $\sim 10^{-5} \text{ s}^2/\text{Hz}$ をとり、高周波では減少する。DP

ヒスのcentre frequencyはプラズマ圏ELFヒスよりも通常かなり低い。

4. Wave normal directions と Wave distribution functions

方位測定結果を総合すると、

- (1) DP ELF ヒスのWave distributionは単一ピークから成る。即ち、単一平面波から成っている。
- (2) Wave normal directionは磁気緯度と小さな角度(25°以下)をなす。
- (3) Wave distribution functionは"unstable cone"のangular widthに依存する情報と提供し、unstable coneは周波数の上昇と共に増加する傾向を示す。

5. 発生機構

方位測定結果に基づいて、DP ELF ヒスの発生機構に図1では、講演時に発表する。

詳細は、下記の本論文を参照されたい。

Hayakawa, Ohmi, Parrot and Lefevre, "Direction finding of ELF hiss emissions in a detached plasma region of the magnetosphere", to appear in J. Geophys. Res.

V L F ゲクト波の入射条件による 電離層－大地間の伝搬特性

長野 勇 満保 正喜 新保 哲也

(金沢大・工)

V L F 波の電離層－大地間の伝搬特性を計算する場合、これまでは、入射波としてトランスミッションコーンに k ベクトルが一様に分布する波を仮定し計算を行なってきた。しかし、ゲクト伝搬の場合は必ずしも上述の仮定を満たすことができない。そこで、トランスミッションコーンと一部分重なりを持つトラッピングコーンに k ベクトルが一様に分布する波を入射波として計算を行なった。ここで θ_i は、電離層を突き抜ける角で、トランスミッションコーンとトラッピングコーンの重なった部分の最も垂直入射に近い角度に相当する。

入射波の周波数を 1.5 kHz とし、また電離層モデルとして高緯度地方で観測された天頂角が 90° の時のモデルを採用し、ジャイロ周波数を 1.54 MHz、伏角を 75° とした。

図 2 (a), (b) と図 3 (a), (b) は、それぞれ $\theta_i = 60^\circ$ 、 $\theta_i = 30^\circ$ となるトラッピングコーンを考え、それに一様に素波を入射した時の大地上における磁界強度分布とその偏波特性である。ここで、磁界強度は 2 dB 間隔であり、また点線の楕円は λ モードの偏波を表わしている。磁界強度のピーク値 (+) は、トランスミッションコーンに一様に Poynting flux 1 W/m^2 の素波を入射した時、24.8 dB (0 dB = 1 V/m) であるのに対し、 $\theta_i = 60^\circ$ の時は 16.0 dB であり、 $\theta_i = 30^\circ$ の時は 11.6 dB である。

磁界の空間減衰率の方向依存性は、トランスミッションコーンとトラッピングコーンが完全に重なった場合にはほとんどないが、そうでない場合には、南北方向に比較して東西方向の減衰が非常に大きくなっている。これは、もし広範囲な多点観測が可能ならば、ゲクトのスケールが地上でモニターできることを示していると思われる。

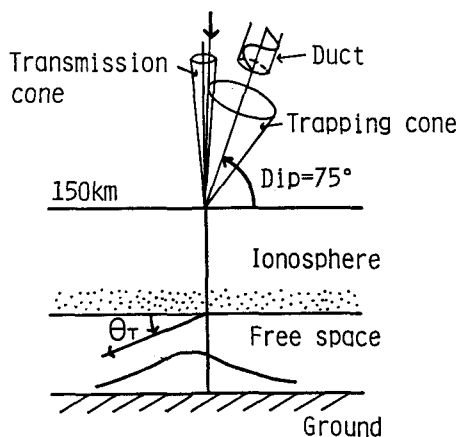


図 1. ゲクト伝搬を考慮した計算のモデル

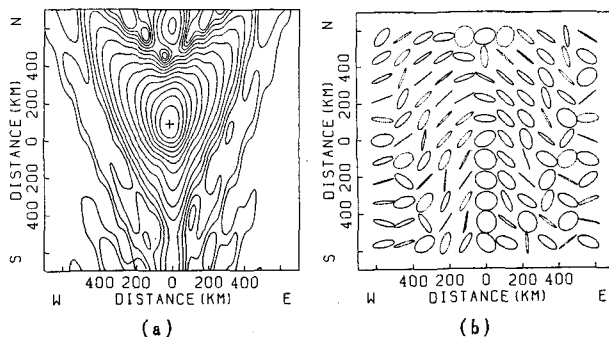


図 2. 大地上の磁界強度と偏波特性 $\theta_i = 60^\circ$

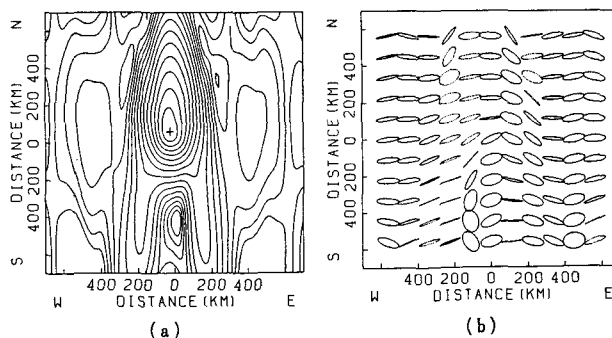


図 3. 大地上の磁界強度と偏波特性 $\theta_i = 30^\circ$

電離層F層のVerticalな電子密度勾配の VLF電波伝搬に及ぼす影響

松尾敏郎・木村磐根(京大工)

磁気圏を伝搬するホイスラーモードのVLF波の伝搬通路は磁気圏の電子密度構造及び磁場のモデルに大きく影響されるが、今回はF層のVertical方向の電子密度勾配が下部電離層から入射したVLF下波のWave Normal方向に対してどのような影響を及ぼすかをRay Tracingで調べたので報告する。

F層のVerticalな電子密度勾配はプラズマポーズやダクトとともにVLF波のWave Normal方向を大きく変化させる場があり、図1はこの領域を示したものである。F層ピーク値までの電子密度増加はWave Normalの向きを磁力線の外側へ向けさせ、ピーク値より上の電子密度減少域では徐々に内側に向けるように働き、その曲り方は勾配の大小に強く依存する。1967年7月22日にAlouette-IIのトップサイドサウンダーによって観測された電子密度⁽¹⁾の高度プロファイルを図2,3に示す。磁気緯度30°(図2)と50°(図3)の例であるが低緯度ほど勾配が大きく、緯度が高くなるにつれ小さくなる事を示している。この勾配の影響を調べるために10°ごとに20°から50°までの電子密度モデルを衛星データを基に作り、各緯度の110 Kmの高度からVerticalに5 kHzのVLF波を入射しWave Normal角が緯度及び高度とともにどのように変化するのかを調べた。その結果、

(1) 低緯度では高度が上るとともにWave Normalは急激に内側(赤道側)に曲げられ、緯度が高くなるにつれ密度勾配が小さくなるため曲り方も小さくなる。

(2) Wave Normal角の最小値は20°モデルの場合、約1500 Kmの高度で磁力線よりも約31°外向きである。50°モデルの場合は約4200 Kmで同じく約7°であった。

この結果はfield aligned ductに電離層下部から入射したVLF波がトラッピングされる条件を考察する上で重要である。

本稿では、この結果をもとにダクトにトラッピングされるためのWave Normal角がとりうる範囲を詳しく報告する。

参考文献

- (1) Data on Topside Ionosphere: 電技研究所, Vol 3, 1972年, p 118~122

図1

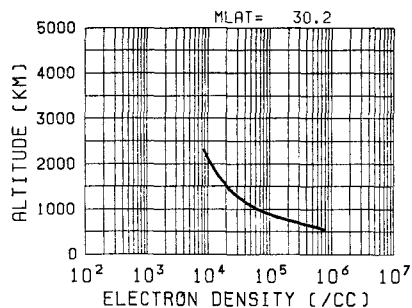
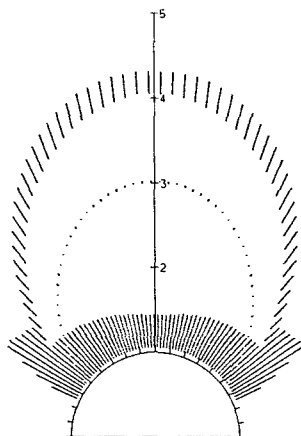


図2

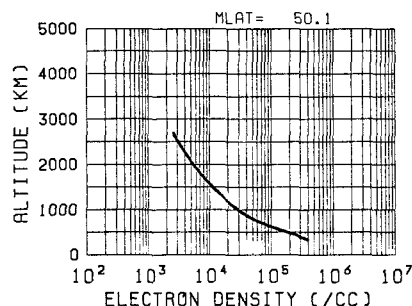


図3

Full wave法を用いた地上局信号の電離層上部における電磁界強度分布図の計算法

樋口浩司・木村肇根（京都大学工学部） 長野 勇（金沢大学工学部）

地上のVLF局から送信される信号（例えばサイプル信号、オメガ信号等）を衛星で受信する場合、あるいは電力線放射の一部が磁気圏中を伝搬するといった場合の磁気圏中の強度を推定する場合、波源の場所から電離層・大地間の導波管モードで伝搬し、電離層を突抜けて磁気圏中にはいる。この導波管モード伝搬における減衰と電離層透過時の減衰をいずれもfull wave法（Nagano et al, 1975）を用いて計算するプログラムを開発したので報告する。

すなわち、任意な電子密度分布をもった異方性の電離層と大地間の伝搬は、電離層下部における反射係数にもfull wave法を用いて幾何光学的に多重反射波の強度と位相を計算し、夫々がfull wave法によって電離層透過の強度と位相を求め、複数の多重反射を層の上側で加算することにより電離層上部での第1近似の電磁界強度分布図が求められる。尚、加算する多重反射波の数は高次の反射波を加える事により電界強度の変化が指定した値以下になれば自動的に止めることにしてある。

この方法によれば

（1）full wave法との整合性が良い。

（2）大地、電離層は球面層状として扱える。

（3）電離層中の磁場の大きさと向き、場所による違いがIGRFモデルによって考慮に入れられる（但し、反射点毎の磁場の向きの変化を考慮せず、一定としても良い）。

この方法により、電離層上部における信号強度の分布図を求める場合に垂直および水平面内で無指向性という仮想的な垂直アンテナ（ \parallel 偏波）あるいは水平アンテナ（ \perp 偏波）から1Wの放射があるとしてコンターマップが計算される。

図1, 2には地上に置かれた前述のアンテナから放射された1.2KHzの電波を高度150Kmの電離層中で受信する場合の電界強度のコンターマップの1例を示す。これは英国付近に電波源があるとした場合のものである。実際にはアンテナは無指向性ではないが、その場合には上記の結果を応用して見積ることが出来る。

（文献）Nagano, Mambo, Hutatsuishi, Radio Sci, 10, 811-817 (1975)

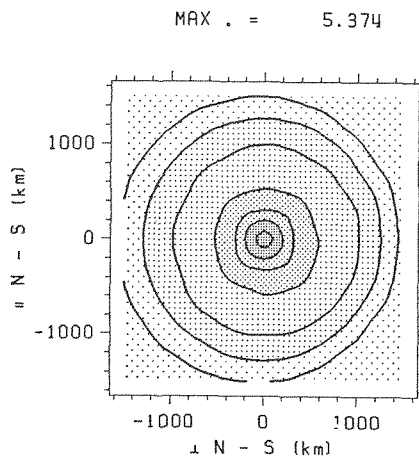


図1 \parallel 偏波（垂直）源（1.2KHz）に対する電離層内の強度コンターマップ

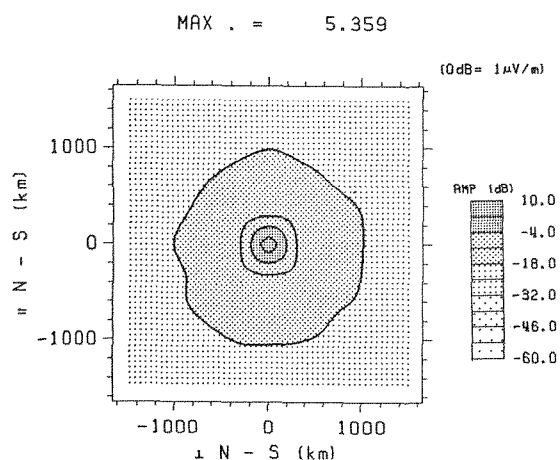


図2 \perp 偏波（水平）源（1.2KHz）に対する電離層内の強度コンターマップ

周期性VLF自然電波とそれに伴う 短周期地磁気脈動の関係

松戸 孝⁽¹⁾, 佐藤 夏雄⁽²⁾, 芳野 超夫⁽¹⁾

(1)…電気通信大学, (2)…国立極地研究所

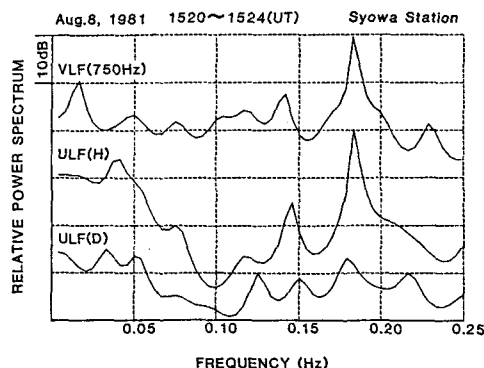
1. はじめに

これまで、ペリオディック放射とType 2 QPなどの周期性VLF自然電波が受信されたとき、それらの周期と同じ周期の弱い地磁気脈動が、特にH成分で発生している現象を解析してきた。今回は、この現象を巨視的にとらえてみた。

2. 解析結果

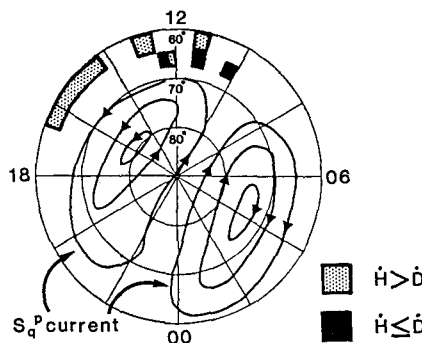
図1は、VLF波に伴って、それと同じ周期がULF波に観測された現象例である。1981年8月8日に昭和基地(L=6.1)で観測されたVLF(750Hz)検波強度、ULFH成分及びULFD成分を1520~1524UTの4分間について、スペクトル解析したものである。周期が約0.183Hz(約5.5秒)のペリオディック放射に伴うULF波が、特にH成分で強く発生していることがわかる。

この短周期地磁気脈動の発生原因は、周期性VLF自然電波によるピッチ角散乱粒子が電離層へ周期的に降り込み、そのためにE層付近の電気伝導度が周期的に変化し、そして S_p 電流の強度が変化するためと考えられる。特にH成分がD成分より卓越する原因は、その現象の観測時刻において観測点上空の S_p 電流がほぼ東西方向であるからと考えられる。Type2QPに伴う短周期地磁気脈動の発生原因も上述と同じと考えられる。



(図1) VLF(750Hz), ULFH成分及びULFD成分のパワースペクトル

図2は、昭和基地で観測された1977年8月9日、1981年8月8日、1984年6月23日、8月10日及び8月17日の現象の発生時刻を、地磁気静穏日における S_p 等価電流系の冬半球の図(Nagata and Kokubun 1962)に、示したものである。なお現象が観測されたときの K_p 指数は、それぞれ2、0、1、1、2であった。図2で黒で印された時間帯は、ULFH成分がULFD成分より卓越する場合を、黒色で印された時間帯は、ULFD成分がULFH成分と同じくらい卓越する場合を示す。これより12時30分MLTごろより午前側でULFD成分の発生があることがわかる。一方 S_p 電流の方向は、8時MLTごろから11時MLTごろの間で逆転していることがわかる。そのためその時間帯付近では S_p 電流の方向が非常に不安定であろうと考えられるから、周期性VLF波に伴って発生するULF波は、H成分とD成分の両成分をもつこともありえよう。また、ほぼ同時刻の現象でも観測された日によってULF波の卓越成分が逆である場合がある。これは、 S_p 電流の方向がほぼ同時刻でも各観測日で異なるためと考えられる。たとえば、各観測日で、IMFなどによる巨視的な影響が異なることもありえよう。



(図2) 周期性VLF波に伴う短周期ULF波現象のMLT分布と S_p 等価電流系

参考文献: Nagata, T. and Kokubun, S. (1962) Rep. Ionos. Space Res. Jpn, 16, 256-274

電子サイクロトロン波のレイトレイシング

山足公也* 橋本弘蔵** 木村磐根*

*京都大学工 **東京電機大工

磁気圏中では、電子サイクロトロン周波数の整数倍、もしくは、(奇数)/2倍の周波数を持つ電子サイクロトロン高調波と呼ばれる静電波動が観測される。この波動は、高緯度地域に比べ、磁気赤道域において非常に頻繁に観測される。また、この波の周波数とローカルな Upper Hybrid Resonance 周波数とが一致するような場合には、非常に強い波を観測する事ができる。

このような電子サイクロトロン波の特徴を説明するため、3次元静電波 Ray Tracing 法を用い、伝搬という側面より解析を行った。ここでは、図1に示すような電子密度モデルおよび、Dipole磁場モデルを用いた。従って、経度方向には、全く依存しないモデルである。

図2に低緯度地域での静電波の伝搬例を示す。さらに、図3において高緯度地域での伝搬例を示す。周波数は、ローカルなサイクロトロン周波数の1.2倍としている。従って、この波は、電磁波モードに移行することのできる場合のものである。また、温度 12000 K、発射点の地心距離 3.25 Re、波数ベクトルは、磁気子午面上にあり、磁場と89.8°の角度をもっている。これらの結果より、磁気緯度 $-2.5^{\circ} \sim 2^{\circ}$ の磁気赤道域においては非常に低減衰で赤道域にトラップされながら長く伝搬し、広範囲に存在することができる。この波はさらに電磁波モードに移行するため、ここでは、静電波 Ray Tracing をうちきっている。これに対して、高緯度地域の場合、減衰のため伝搬できなくなっている。また、波数ベクトルを磁気子午面よりずらした場合には、ほとんどの静電波は、電磁波モードにはならず、磁気赤道域にトラップされながら、静電波としてのみ存在することもわかった。

結論として、発生した静電波は、ほとんど静電波としてのみ存在し、磁気赤道域にトラップされて長く伝搬する。このことは、電子サイクロトロン波が磁気赤道域において良く受信されることと一致する。また、高緯度地域においては、静電波が発生してもすぐに減衰してしまい伝搬できない。このような静電波の伝搬特性の原因は、Dipole磁場モデルを用いたため、磁気子午面内において磁力線と磁場の勾配とが直交していないためである。

参考文献 W.S.Kurth et al., J.G.R., 84(A8), 4145-4164, 1979

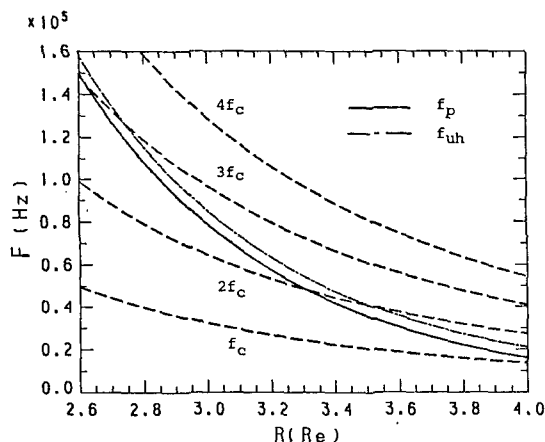


fig 1. 電子密度モデル

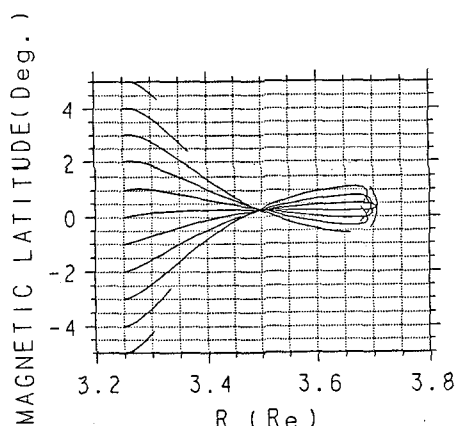


fig 2. 低緯度地域の場合

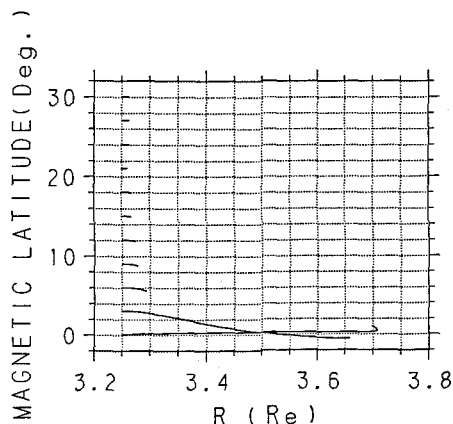


fig 3. 高緯度地域の場合

極域におけるスラブ状電子ビーム不安定性の計算機シミュレーション

大村 善治 (京大・工)、 松本 紘 (京大・超高層)

極域に於て、磁力線沿いに降下する高エネルギー電子流は、静電波や、電磁波を励起し、VLFヒスや、AKR等の波動現象を引き起こしている。これに関連して、Strangeway等は、空間的に局在した細い長いスラブ状の電子ビームをモデルにして、線形成長率を計算し、多くの場合に於て、二流体不安定性と同様な静電波が、プラズマ周波数付近に強く励起されることを明らかにしている [1976, 1980, 1982]。

一方、実験室プラズマ中では、同様のビーム・プラズマ・システムに於て、プラズマ周波数ではなく、むしろ電子サイクロトロン周波数の波が多く観測されている [Bernstein et al., 1975, 1978, 1979]。また、計算機シミュレーションに於ても、細い電子ビームをプラズマ中に注入した時に、プラズマ振動の不安定性が起こらないということとを指摘する研究者もいる [Okuda, 1985]。

そこで、我々は、この空間的に有限な幅のスラブ状電子ビームの場合には、二流体不安定性のような静電波の不安定性が抑えられるのか否かという点を明らかにするために、Strangewayの線形成長率の計算のモデル (Top Hat Model, 下図) をもとにして二次元の計算機シミュレーションを行ったので、報告する。

REFERENCES

- [1] Dungey, J. W., and R. J. Strangeway, Instability of a thin field-aligned electron beam in a plasma, *Planet. Space Sci.*, 24, 731-738, 1976.
- [2] Strangeway, R. J., On the instability of a spatially confined electron beam in a magnetized plasma, *J. Plasma Physics*, 24, 193-212, 1980.
- [3] Strangeway, R. J., Dependence of electron beam instability growth rates on the beam-plasma system parameters, *J. Geophys. Res.*, 87, 833-841, 1982.
- [4] Okuda, H, private communication, 1985.
- [5] Bernstein, W. H., et al., Laboratory observations of RF emissions at ω_{pe} and $(n+1/2)\Omega_{ce}$, *J. Geophys. Res.*, 80, 4375, 1975.
- [6] Bernstein, W. H., et al., Electron beam injection experiments: The beam-plasma discharge at low pressures and magnetic field strengths, *Geophys. Res. Lett.*, 5, 127, 1978.
- [7] Bernstein, W. H., et al., Further laboratory measurements of the beam-plasma discharge, *J. Geophys. Res.*, 84, 7271, 1979.

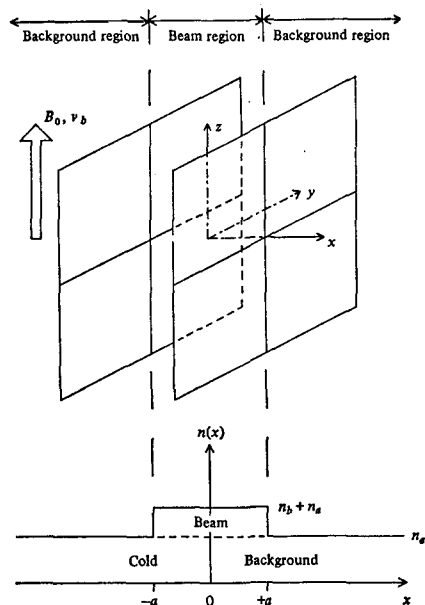


FIGURE 1. The 'top hat' electron beam model.

極域における P c 1 地磁気脈動の特性

石 田 十 郎

(東 大 ・ 理)

P c 1 地磁気脈動は磁気圏赤道面において磁気圏尾部から供給される温度異方性（磁力線に直角方向の温度が平行方向の温度よりも高い）を持った数〜数十 keV のプロトンによるサイクロトロン不安定によって発生していると考えられており、磁気圏内のプラズマの状態を把握することがその発生条件を考えるうえで重要である。近年静止衛星などの直接観測からプラズマがプロトンのほかにヘリウム(He^+) 酸素(O^+)などのイオンを含んでいることが確認され、これらのイオンの存在による波の特性の変化が確かめられている。また地上多点観測の結果からその発生領域はPeriodic-Pc 1 はほぼプラズマポーズに沿う領域、Non-periodic Pc 1 はそれよりやや高緯度の領域であることがわかった。また発生領域の空間的構造は、緯度方向のスケールが100-数百 km であることが明らかになったが、経度方向の構造についてはまだ明らかではない。

地上多点観測データ及び静止衛星データの解析から、P c 1 のスペクトル特性は磁場の変動・擾乱に大きく影響されていることが明らかになった。地上では午後側にみられる、HM chorus と呼ばれるNon-Periodic Pc 1 の周波数が地磁気の擾乱に大きく影響されている。また静止衛星ではスペクトル特性が磁場強度の変動によることが明らかになった。これは波動の線形成長率との比較からサブストームに伴う高エネルギー粒子の増加並びにエネルギーの上昇によって成長率が大きくなり P c 1 として観測されたものと考えられる。また S S C、S I など磁気圏の急激な圧縮とほぼ同時に P c 1 が励起されることも知られている。この場合には磁場強度の増加によって温度異方性が増えることにより、成長率が大きくなると考えられる。

磁気圏全体のプラズマのダイナミックスという視点から考えると、人工衛星による磁場プラズマなどの直接観測及びそれに呼応した全地球的な観測網による観測データの蓄積が望まれる。

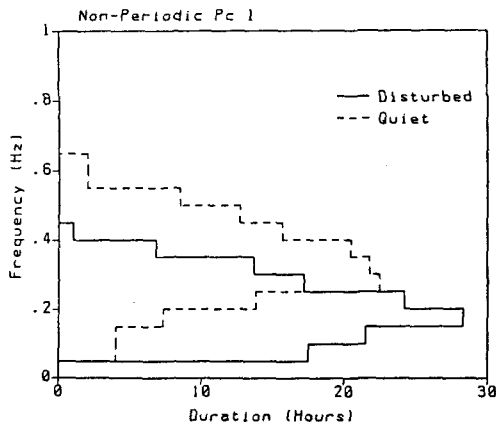


図1. Non-periodic Pc1の周波数の地磁気活動による違い

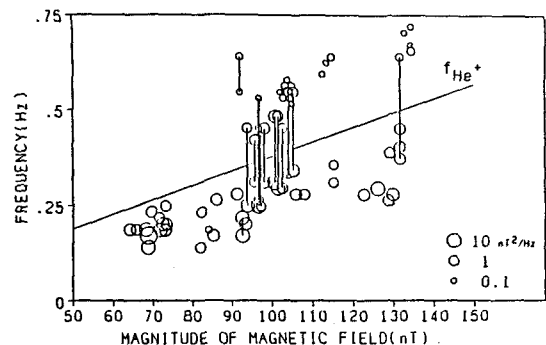


図2. 静止衛星での磁場強度とPc1の周波数との関係

ULF波動の伝搬機構 (Pc1脈動ダクト伝搬)

藤田 茂・地磁気観測所

中位緯度Pc1脈動は空間的に局在したアルベン波が高密度電離層に入射し、電離層ホール電流により誘起された磁気音波が上部電離層に存在するダクト層に捕捉され伝搬してくると思われる。これに基づき、モデルを用いて理論的に観測事実を説明するとともに、物理的な機構の研究を行った。

(1) 高緯度 (入射域近傍)

① 局在化されたシアアルベン波は中心付近で左廻り、その外側で右廻りの偏波を持つ。

② 入射中心から離れるに従い二次的に誘起された磁気音波がアルベン波より大きくなる (図1)

(2) 中位緯度 (ダクトモデル) 伝搬特性

① 磁気音波が上部電離層にダクトされる伝搬する。

② 電離層におけるジュール損失がダクト波

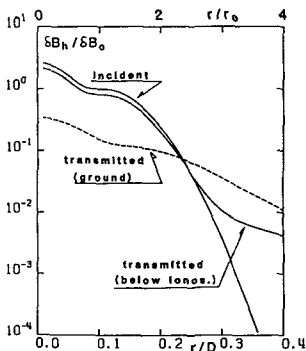
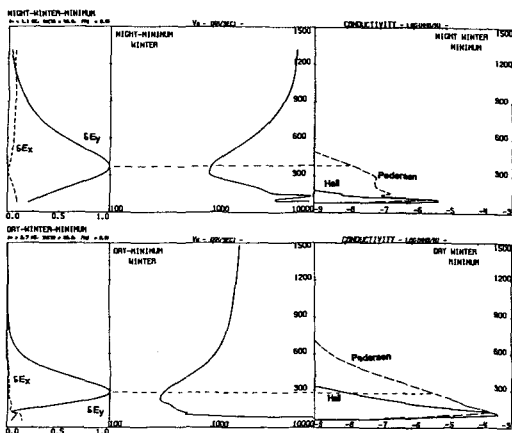


図1

入射波に対し透過波(電離層下)の水平方向の伝わりが大きいのは磁気音波の効果である。地上では中性大気中の電磁波の等方的伝搬のためさらに水平に伝わる。



の減衰に一番効く。(図2)

② ホール伝導度が大きくなると、二次的に誘起されたアルベン波により、ダクト波の減衰率の周波数依存性に波状構造が生じる。

(3) 中位緯度 (現実的電離層モデル) 伝搬特性

① 減衰率は主にアルベン速度の高さ分布と伝導度の高さ分布の相互の関係に依存する。

(図3)

② 子午面をはずれた伝搬をするダクト波は高エ方向の媒質の非一様性による磁気音波とアルベン波の結合により減衰率が大きくなる。

(4) 中位緯度における波動の振幅

① ダクト伝搬途中での波動の減衰は、力学的な波動エネルギー損失によるものと、局在化入射に伴う幾何学的なもの2種がある。

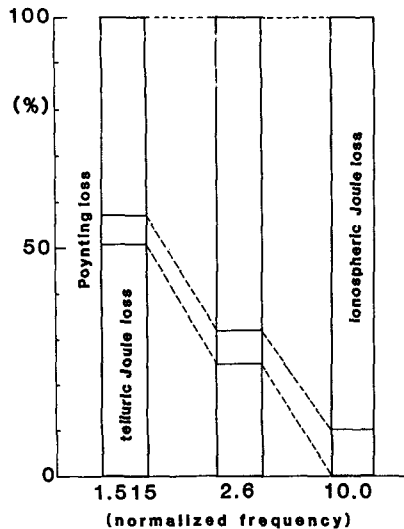


図2

基本波に対する例。左からカットオフ周波数、減衰の最大になる周波数、高周波数に対する各損失の比。

図3

夜(上)と昼(下)における波動の電場・アルベン速度・電気伝導度の高さ分布。アルベン速度最小高度で電場が最大になる傾向がある。この高度での伝導度の大きさが波動の減衰を決める。アルベン速度最小の高度が低い昼間の方が夜間より減衰が大きい。

Terrella 実験による太陽風と磁気圏結合の IMF 依存性

南 繁行 (大阪市大工学部)

(要旨) 高密度プラズマ発生装置と磁気ダイポールを用いた地球磁気圏の形成、いわゆる Terrella 実験を行なった。得られた磁気圏の時間積分写真を用いて、磁気圏に入射した太陽風プラズマと IMF, B_z との関係について検討した。その結果、プラズマ量は IMF が南向きのとき、北向きに比べて大なる値になることがわかった。

(本文) 図1図は IMF B_z のスケール値 -5.6 から $+5.6$ までの9つの値にした時のシミュレートされた磁気圏の時間積分写真である。この結果は Minami and Takeya (1985) に示したとおりシミュレーションの基準を満足している。一帯プラズマの発光強度はほぼその場所のプラズマ密度に比例するので、これらの写真から得られる発光強度の積分値はその領域に存在するイオンエネルギーのプラズマ総量に比例すると考えてよい。このために各々の写真を光量の校正を行ないながら画像としてデジタル化した。

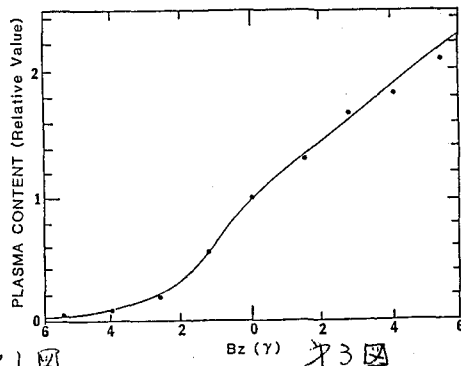
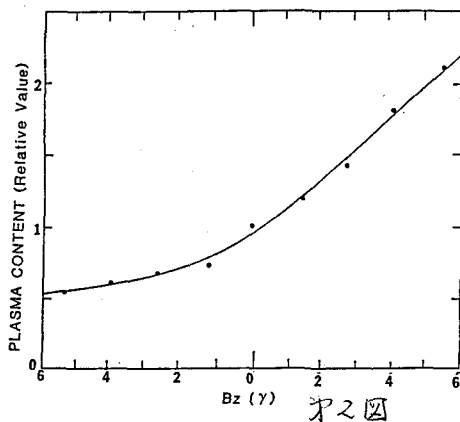
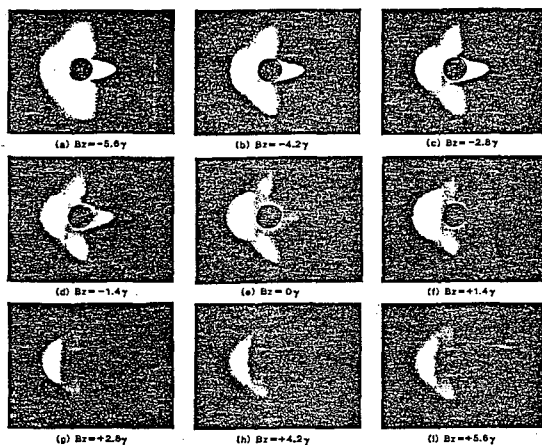
図2図は磁気圏全体に存在する太陽風起源のプラズマ量の B_z 依存性を示している。図3図は尾部の $2 \times 30 RE^2$ の部分におけるプラズマ量の B_z 依存性の結果である。

磁気圏と太陽風のエネルギー結合に関する理論や統計的研究は多く、太陽風プラズマのパラメータにより結合量と関数化することが

なされている。しかしこれは磁気 index に基づいたものである。確かにセンスとしては入射プラズマ量と B_z の関係は、磁気エネルギーと同じであるといえる。しかし現在この結果に直接比較できる観測データはない。またこの磁気圏は B_z に対し準定常に存在したのでシステム自体が direct-driven であるといえ、このプラズマ $\leftrightarrow B_z$ が直接サウストーム等の現象を説明するものではない。が、エネルギー結合を論じる際にはこのような熱的エネルギーについても考慮する必要がある。

(謝辞) 本研究のデジタル画像処理は極地研究所情報処理センターにおいて行われたもので、同所、梅井治男氏には大変お世話になった。ここに厚くお礼申し上げます。

(参考文献) Minami and Takeya (1985), Flow of artificial plasma in a simulated magnetosphere ..., J. G. R. 90, 9503-9518, 1985.



堀 尚子、玉尾 孜、山本 隆 (東大・理)

電離圏と磁気圏は沿磁力線電流を通して結合していると考えられる。沿磁力線電流は磁気圏起源で流れる場合のほかに、電離層起源で流れる場合がある(図1)。後者は、電離層の電気伝導度が非一様な場合に電離層に2次的に生ずる空間電荷を解消する方向に、電気伝導度の勾配の最も急な部分に流れる。この2次的な電流の一部が磁気圏のエネルギーの高い電子(数keV)の降下による場合には電離層で新たにイオン対が生成されプラズマ密度が増大する。このため電気伝導度の勾配の最も急な部分が空間的に移動し、電離層起源で流れる沿磁力線電流の位置が時間とともに移動する。

今回は、Westward Travelling Surgeの動きを説明する上で電離層の電気伝導度の非一様性の効果がどの程度重要であるかを明らかにする目的で計算機実験を行った。

Westward Travelling Surgeは、break upの後にオーロラアークの西側が大きなループを描きながら西方に伸びる現象で観測から次の2点が特徴づけられる。

- (i) 伝播速度は数km/s
- (ii) サージの頭の部分で
沿磁力線電流は上向き
電離層電場は収束型

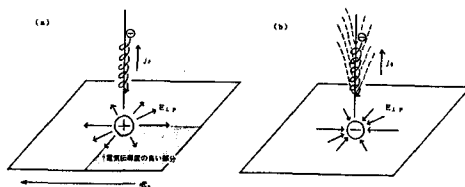


図1 上向き沿磁力線電流の領域における電離層の2次的な電場分布
(a) 電離層に沿磁力線電流の原因がある場合
(b) 磁気圏に沿磁力線電流の原因がある場合

まず、2次的な沿磁力線電流により空間電荷が解消される場合について計算を行った(図2)。この結果、伝播速度は約2km/sとなり観測と一致する。しかし、沿磁力線電流が上向きの領域で電離層電場が発散型となり観測と矛盾する。

この領域で電場が収束型となるためには、沿磁力線電流が電離層に生ずる空間電荷を解消する以上に流れることが必要である。これは、沿磁力線電流が流れることにより磁気圏に新たに局所的なポテンシャル構造ができ、沿磁力線電流が強くなることにより実現されることが考えられる。この場合について計算を行った。講演ではこの結果について報告する。

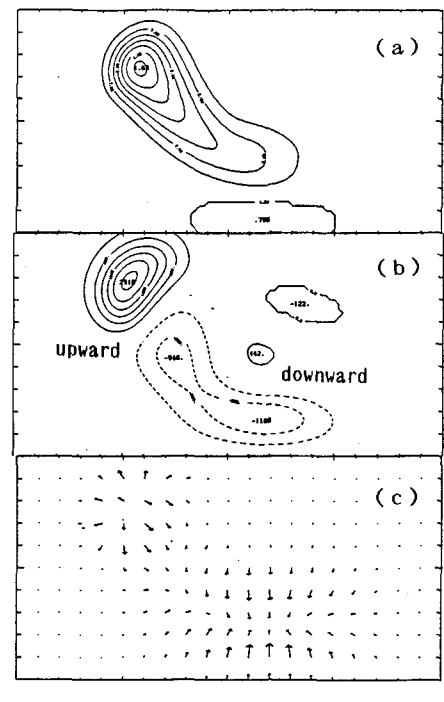


図2 電離層の(a) プラズマ密度分布
(b) 沿磁力線電流分布
(c) 2次的な電場分布

荷電粒子の沿磁力線運動と沿磁力線電場・電流

井上雄二 京産大・理

極光帯およびその付近の磁力線に沿っての荷電粒子の運動とそれに関連する電場・電流の磁力線に沿っての分布および磁力線に直交する方向についての理論的考察と通常的な二三の場合の計算結果を発表する。

定常的な電場・磁場を仮定し、荷電粒子の磁気モーメントおよび全エネルギーが不変である断絶運動を取り扱う。

磁気圏の荷電粒子の源は磁気圏赤道部プラズマ・シートと南北両半球の電離層上端に存在すると仮定する。方位方向のDrift、磁気L-shellを横切つて運動は無視する。

荷電粒子は静電場の影響のもとで、磁力管に沿つて一次元的な運動をするが、静磁場の強弱によつてLarmor半径を変化させる。

磁力線上の任意の点における荷電粒子の密度は、源からその点に到達可能な粒子によつて構成される。すなわち、源の位相空間の特定の部分に分布している粒子から成り立っている。静電場・静磁場の存在において、断絶運動をしている粒子の磁気モーメントと全エネルギーが保存されるから、これらを利用して、観測点の位相空間と源の位相空間に変換可能である。従つて、源における粒子の位相空間分布および磁力線に沿つての磁場・電場の分布が与えられれば、磁力線上の任意の点の密度・沿磁力線粒子流が計算可能になる。

源における粒子の速度空間分布を平行・垂直温度 T_{\parallel} , T_{\perp} で表現されるBi-Maxwell型を仮定する。源の荷電粒子の密度は電気的中性を仮定する。電子温度とイオン温度との差異を考慮に入れる。電場の沿磁力線分布は磁場の強度の単調な関数と仮定する。従つて、電場は磁気圏赤道部から地球に向つて、磁力線に沿つて、単調に増加または減少すると仮定する。

磁気圏赤道部の粒子密度は数個/cc、電離層上端では、 10^4 /ccと仮定する。

磁気圏赤道部プラズマ・シートに源をもつ粒子は磁気圏内にTrappedされて電離層まで到達不可能なTrapped型と電離層まで侵入してくるPenetrating型に分類される。一方、電離層に源をもつ粒子は磁気圏赤道部に達し、反対側の半球の電離層にのみ込まれるRunning Through型と、途中で静電場によつて反射されるReflected back型に分類される。

沿磁力線電場のポテンシャルの分布は磁場の強度の単調な関数と仮定したが、簡単な物理的理由から、次の制約を受ける。

$$\frac{B(s) - B_{\min}}{B_{\max} - B_{\min}} < \frac{\phi(s) - \phi_{\min}}{\phi_{\max} - \phi_{\min}}$$

ここで、 B は磁場の強度、 ϕ は静電場のポテンシャル、 s は赤道から磁力線に沿つて測つた距離で、 \max , \min は最大値、最小値と表示する。

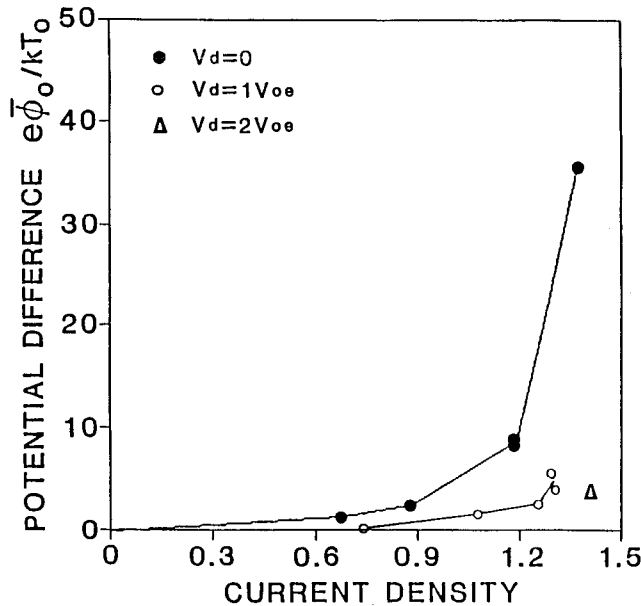
荷電粒子で満たされた磁力管は沿磁力線電場に関して、ダイオードのような非線形性を示す。すなわち、磁気圏赤道部が高電位で電離層が低電位の場合は、その逆の場合に較べて、電流量が桁違いに大きい。沿磁力線の粒子流および電流は磁場の大きさに逆比例する。与えられた静電場および粒子源の特性に対して、荷電粒子の断絶運動の計算結果から大きな空間電荷が生ずる場所が現れる場合がある。これを解消するために、磁力管全体に亘つて、自己無矛盾な空間電荷分布を生ずるように、静電場および源における粒子の密度・速度分布の設定に首尾一貫した方法と閉鎖中である。

RELATIONSHIP BETWEEN FIELD-ALIGNED CURRENT DENSITY
AND POTENTIAL DIFFERENCE OF CURRENT-DRIVEN DOUBLE LAYER

山 本 隆 東 大 理

Relationship between field-aligned current density and potential difference of current-driven double layer is studied by one-dimensional numerical simulations. The simulation domain is assumed to be located at a high altitude (λ several earth radii) along the auroral field lines. The plasma sheet boundary supplies a plasma with number density n . Only the electrons injected from this boundary are allowed to have a drift velocity v_d , which carries a field-aligned current. The double layer potential is spontaneously produced by the space charge self-consistently developed inside the simulation domain. For a given drift velocity v_d , the

relationship between the total current density J and the potential difference ϕ_0 across the simulation domain is obtained by changing the number density n of the injection current. The results show that the double layer starts to be formed when the current density significantly exceeds the thermal current density of the ambient electrons and the potential difference ϕ_0 increases with increasing current density J . It is also shown that the density enhancement of the injection current required for generation of double layer is reduced when the drift velocity v_d is increased.



The averaged potential difference $\bar{\phi}_0^*$ across the simulation domain plotted against the total current density J for various drift velocities (v_d). $\bar{\phi}_0^*$ and \bar{J} are averaged over the time interval of more than $200 \omega_{pe}^{-1}$ in a quasi-steady state of each run. J is normalized by the reference current density ($en_0 v_{oe}$).

地球磁気圏尾のダイナミクスと極域現象のMHDシミュレーション

荻野竜樹・名古屋大学空電研究所

3次元の電磁流体力学的(MHD)シミュレーションから、惑星間磁場の南向き成分が増大した時の太陽風と地球磁気圏の相互作用を調べた。その結果、磁気圏尾におけるプラズマモイドの形成と尾方向への伝搬、極域に投影した沿磁力線電流(region 1 current)の夜側での増大及び朝夕側への広がりが得られた。これは磁気圏サブストーム時の特徴的現象と類似している。手法としてはMHD方程式とMaxwell方程式を2 step Lax-Wendroff法で初期値問題として解いている。モデルの特徴は磁気圏尾の挙動を調べるために尾側の境界を $x = -130.5 \text{ Re}$ と遠くに設定したこと、先づ一様な惑星間磁場無しで計算して準定常な磁気圏構造を得た(32分)後、惑星間磁場の南向き成分を増大($B_z = -5 \text{ mT}$)させてその時間的变化(96分)を調べたことにある。太陽-地球磁気圏座標系を用い、計算領域は $30.5 \text{ Re} \leq x \leq -130.5 \text{ Re}$, $40.5 \text{ Re} \leq y \leq 0$, $50.5 \text{ Re} \leq z \leq 0$, ヌツニ数は境界を除いて $(N_x, N_y, N_z) = (160, 40, 50)$, 空間差分幅は $\Delta x = \Delta y = \Delta z = 1 \text{ Re}$, 時間ステップは $\Delta t = 4 \Delta x$, 磁気レイノルズ数は $R = 100 \sim 1000$ である, 数密度 $5/\text{cc}$ 及び速度 300 km/s の太陽風と共に流れてくる一様な惑星間磁場の南向き成分が増大($B_z = -5 \text{ mT}$)する時、昼側の磁気リコネクションが停留点近傍で起り始め、磁気圏尾は磁気圧で圧縮される。プラズマシートは薄くなり続け、赤道面上 $x = -20 \text{ Re}$ の点で近地球磁気中性線が形成される。そのX型中性線は赤道面上で磁気圏境界の方へ広がり、同時にO型中性線は尾方向に伝搬する。プラズマシート電流とプラズマ圧力はX型中性線で減少し、O型中性線で増大する。プラズマモイドはO型中性線で成長し、局所的Alfvén速度で下流に伝搬する。磁気リコネクションは磁気圏尾の数ヶ所で同時に進行し、プラズマシートは不安定になって複数個のプラズマモイドが出現する。その様子を磁力線で右図に示す。上図は地球から出発した磁力線を、下図は赤道面から出て赤道面に戻る磁力線、即ち閉じたループ状の磁力線(プラズマモイド)だけを示している。プラズマモイドのy方向の幅は磁気圏境界間距離の寸程度で、 B_y は B_z よりやや0で大きいこともあり、その縁は地球方向に湾曲している。極域に投影した時region 1型の沿磁力線電流は夜側で増大し朝夕側に広がる。その時X型中性線はプラズマシートの中央から磁気圏境界の方へ広がっていく。

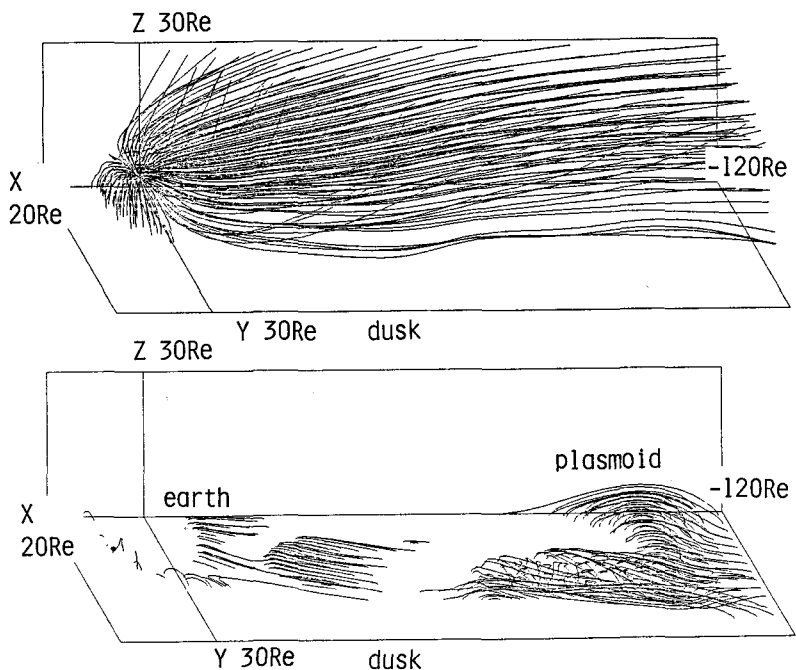


図 南向き惑星間磁場($B_z = -5 \text{ mT}$)を流し始めてから96分後の地球磁気圏の3次元磁場構造($n_{sw} = 5/\text{cc}$, $V_{sw} = 300 \text{ km/s}$)

沿磁力線電流域で観測される磁場急変化の統計的性質

家森俊彦・中川晃成(京大理)

池田達哉(日経リサーチ)

0.1秒以下の短時間に100 nT程度の大きな磁場変化が沿磁力線電流域でしばしば観測される。もしこれが、人工衛星の軌道に沿う空間的構造であるとする、非常に大きな電流密度の沿磁力線電流を横切ったか、又は、線状電流のごく近傍を通過した可能性が大きい。このような現象の実体を明らかにする為に、MAGSATによる磁場観測データを統計的に解析した。

1. 方法

- (1) MAGSATによる $\frac{1}{6}$ 秒値の東西成分(Y-成分)が、 $\frac{1}{6}$ 秒の間に50 nT以上変化する現象を選出し、それを含む1-データブロック(1024点 \equiv 64秒)に2次曲線と最小二乗法であてはめ、主磁場のゆるやかな空間変化を除去する。
- (2) 急変化の中(大きさ)の発生頻度分布を求める。
- (3) 急変化部を時間原点にして、 ΔB_y の正変化と負変化の場合を別々に重ね合わせて平均、分散等を調べる。
- (4) 発生場所の分布の各種パラメータ依存性を調べる。

2. 結果

1図(a)(b)は、上記(3)より求めた現象の平均的時間変化パターンで、原点についてほぼ点対称であることから、これは過渡応答的な時間変動ではなく、空間的構造である可能性が強い。(c)(d)は、変化率の絶対値とY成分(実線)とX成分(南北方向、点線)について重ね合わせ平均したものであるが、どちらの成分も原点で最大の変化率になっていることから、これは、線状電流の近傍を通過したことによる変化ではなく、局所的にはシート状の電流を横切ったことによるものであると考えられる。その場合、 $\frac{1}{6}$ 秒間で約100 nTの変化は約 $200 \mu\text{A}/\text{m}^2$ の非常に大きな電流密度に対応し、MAGSATは約半年間に数千回このような電流に出会ったことになる。図1(a)(c)は下向き電流シートに対応し、

(b)(d)は、上向き電流シートに対応するが、上向き電流の場合は、変化の前後で正味の上向き電流の効果が見られるが、下向き電流の場合は、正味には、逆の上向き電流の効果が見られている。これは、強い下向き電流が、上向き電流の帰還電流として流れているからであると考えられる。同様の傾向は、朝側においても見られる。

図2は変化の大きさの頻度分布で、変化中の増大と共に指数関数的に現象の数は減少する。振巾の小さい側は、連続的に10 nT以下の沿磁力線電流域で常に観測される小規模磁場変動につながるようである。

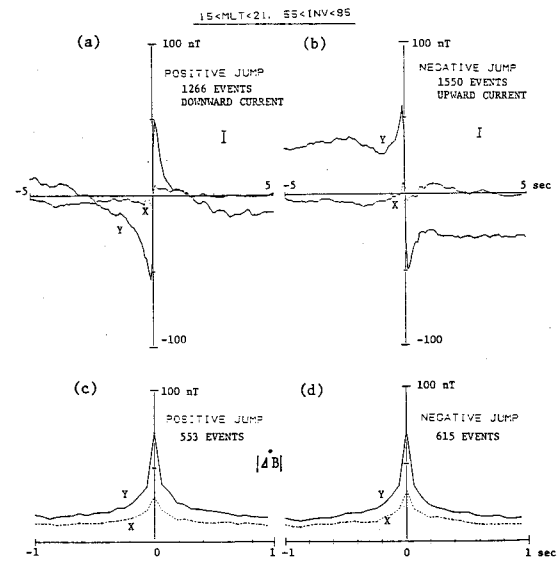
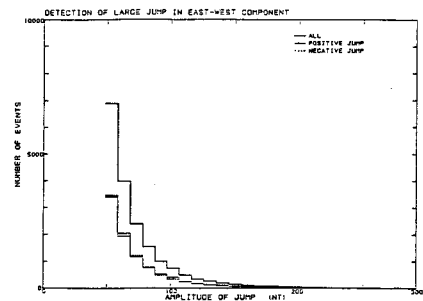


図1

図2



極域電離層電流系のモデル実験

筒井 稔, 小椋 功 (京大 超高層電波研究センター)

前回の報告では、ミラー磁場を形成した真空中の三次元空間内において、磁場収束領域から離れた位置にある、磁気圏プラズマシートに見た電子源からの電子が、磁気圏尾部のダイナモ電場に相当する電場により磁力線に沿って収束ミラー磁場の方向に流れ込み、一方の磁力線束から流れ出しに行く事が可能である事が実験的に示された。そしてそのような状況のもとで、収束磁場中に設置された模擬電離層の電気伝導度がその沿磁力線電流の流れ方に極めて鋭敏に寄与する事が示された。この極域電離層における電流束及び電位束、延いては電気伝導度がオーロラ発生に寄与する電子の加速に大きな影響を及ぼしている可能性が考えられるので、これらの事を考慮して、極域電離層における電流系のモデル実験を始め、現在これを続行している。

実験では沿磁力線電流が極域電離層とどのように結びついており、極域電離層におけるプラズマパラメータがどのように沿磁力線電流に寄与しているかを調べる事を目的としている。

実験は図に示すような内径45cm長さ1mのプラズマ容器の中で行なう。チエンバー一端にはプラズマ源が設置されており、極域電離層プラズマとして供給している。又チエンバー軸に対して広範囲に亘る磁場が平行になるようにダブルヘルムホルツコイルが用いられている。

本実験の特長は地球磁気圏からの電子入射領域 (Region 2) と極域電離層からの電子上昇領域 (Region 1) の分離状態を考慮し、互いに反平行な沿磁力線電流が存在する状況をつくるため、図のように2組の電子流装置を磁場に平行に設置してある。各々の電子流装置の電子源と電子集収部との間には電子流形成のための最低電圧(20V程度)が印加されている、そして両電子流装置間には、DP電場に相当するための電圧が印加されている。磁場の強度はイオンサイクロトロン半径が1cm以下になるように決められている。このため両電子流装置間の電流は使用ガスの圧力が低い時はほとんど流れず、独立した電子流として成り立ち、この事は確認されている。

以下のような装置を用い各種パラメータを変化させた時の各電流や、空間電位を求め、DP電場の変化に対してパダーソン電流やホール電流等の測定を試みている。現在実験を続行中であるためここで結論を述べる事は出来ないが、電子入射側の磁力線に沿った方向にある種の電位差が形成されている事が観測された。これが電子の加速に直接結びつくかどうかが今後の実験により明らかにしていく必要がある。

